

LEISTUNGSMESSUNG
IM
UNTERRICHTSFACH CHEMIE

Eine vergleichende empirische Untersuchung
in Berliner Haupt- und Realschulen

Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Pädagogischen Hochschule Berlin

vorgelegt von
Günter Jüngel
aus Berlin

1978

Berlin 1977

LEISTUNGSMESSUNG
IM
UNTERRICHTSFACH CHEMIE

Eine vergleichende empirische Untersuchung
in Berliner Haupt- und Realschulen

Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Pädagogischen Hochschule Berlin

vorgelegt von
Günter Jüngel
aus Berlin

Berlin 1977



Gutachter: Prof. Dr. W. Glöckner
Prof. F. Hoffmann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.1.1978

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
2. Aufgabenstellung	2
3. Entwurf eines Meßinstruments	3
3.1. Theoretische Vorbemerkungen	4
3.2. Inhalt des Testverfahrens	5
3.3. Aufgabenkonstruktion und Vorerprobung	9
3.4. Struktur des Tests	13
3.5. Testinstruktionen	13
3.6. Ergänzende Informationserhebungen, Untersuchungsmaterialien	14
3.7. Grundhypothesen	15
4. Durchführung der Untersuchung	17
4.1. Erhebung der Stichprobe	17
4.2. Zeitpunkt und Organisation der Untersuchung	18
4.3. Tatsächlicher Stichprobenumfang	19
5. Darstellung und Analyse der Test- ergebnisse	19
5.1. Ergebnisse des Leistungstests	20
5.1.1. Kriterien für die Punktevergabe	20
5.1.2. Verteilungsanalyse	20
5.1.2.1. Absolute Rohwertverteilung	20
5.1.2.2. Klassifizierte Häufigkeiten	20
5.1.3. Streuungswerte	24
5.1.3.1. Extremwerte und Variationsweiten	24
5.1.3.2. Standardabweichungen und Variabili- tätskoeffizienten	25
5.1.4. Mittelwerte und Mittelwertvergleiche	26
5.1.5. Resultate der Subtests und Testitems	33
5.1.5.1. Subtest I: Arbeitsgeräte, Arbeits- techniken, Unfallverhütung	33
5.1.5.2. Subtest II: Chemische Elementar- kenntnisse	44
5.1.5.3. Subtest III: Symbole, Wertigkeit, For- meln, Gleichungen (Chemische Zeichen- sprache)	52

	<u>Seite</u>
5.1.5.4. Subtest IV: Säuren, Laugen, Salze	67
5.1.5.5. Subtest V: Petrochemie	76
5.1.5.6. Subtest VI: Nahrungsmittelchemie	84
5.1.5.7. Signifikanzen in Subtests und Testitems	100
5.1.5.8. Vergleich der Subtestresultate	101
5.1.6. Bewertung des Testverfahrens	103
5.1.6.1. Schwierigkeit der Items	103
5.1.6.2. Trennschärfe	105
5.1.6.3. Gütekriterien des Tests	107
5.1.7. Interpretation individueller Testresultate	111
5.1.7.1. Standardmeßfehler	111
5.1.7.2. Beurteilung interindividueller Differenzen	112
5.1.8. Zusammenfassung	113
5.2. Resultate der ergänzenden Informations- erhebung	114
5.2.1. Ergänzende Informationen der Schüler	115
5.2.2. Bedingungen des Chemieunterrichts in der Sicht der Lehrer	128
5.2.3. Zusammenfassung	133
6. Konsequenzen	134
6.1. Veränderung der Voraussetzungen des Chemieunterrichts	135
6.1.1. Veränderung der von Schülern eingebrachten Voraussetzungen	135
6.1.2. Veränderung der von Lehrern einge- brachten Voraussetzungen	137
6.1.3. Veränderung der von der Institution Schule eingebrachten Voraussetzungen	138
6.2. Veränderungen hinsichtlich der didak- tischen Entscheidungen der Chemie- lehrer	140
6.2.1. Veränderungen in Thematik und Intentionen	140
6.2.2. Veränderungen in Methodik und Medien	140

	<u>Seite</u>
6.3. Weitere Veränderungsmöglichkeiten	142
7. Schlußbemerkung	143
8. Literaturverzeichnis	144
 Anhang	 157
- Schulleistungstest mit ergänzenden Fragen an die Schüler	158
- Einführungsbrief und Fragen an die Lehrer	167
- Rohwert-Tabelle	170
- Signifikanzniveaus	171
- Schwierigkeits- und Trennschärfe- indices	173
- Korrelationsmatrix	174
- Normentabellen	175
- Verzeichnis der am Testverfahren be- teiligten Schulen	177



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung

In immer stärkerem Maße setzt das Verstehen politischer, wirtschaftlicher und technischer Prozesse grundlegende naturwissenschaftliche Kenntnisse voraus. Dies findet seine Begründung sowohl in der zunehmenden wirtschaftlichen Nutzung und Bedeutung chemischen und physikalischen Wissens als auch in der Notwendigkeit einer ausgewogenen Auseinandersetzung mit den Nachteilen und Gefahren der industriellen Umsetzung dieser Kenntnisse. Die Berliner Schule erkennt einen solchen Rahmen für den naturwissenschaftlichen Unterricht voll an: "Alle Lebensbereiche unserer Zeit, besonders Technik, Wirtschaft und Politik, werden durch die Erkenntnisse der Naturwissenschaften beeinflusst. Durch ihren Mißbrauch kann jedoch die Existenz der Menschheit gefährdet werden." (Rahmenpläne, A V 14/15/16, S. 1)

Für den Bereich der Chemie treffen solche Überlegungen in besonderem Maße zu, da sich in dieser Disziplin die industrielle Entwicklung sehr rasch vollzogen hat. (CHRISTEN, S. 10) Erinnert sei an die Produktion von Kunst- und Farbstoffen, Medikamenten, Waschmitteln und Treibstoffen, aber auch an die damit verbundenen Probleme der Umweltbelastung und die Versuche, diesen Gefahren zu begegnen (Detergentiengesetz für Waschmittel, Bleigesetz für Fahrbenzin). Für den Menschen unserer Zeit bedeutet dies eine ständige Konfrontation mit chemischen Sachverhalten und die Notwendigkeit einer angemessenen Auseinandersetzung mit solchen Inhalten. Der Berliner Rahmenplan für Chemie nimmt dazu folgendermaßen Stellung: "Die Chemie dringt mehr und mehr in alle Lebensbereiche ein und bestimmt wesentliche Teile unseres Alltags. Die Erkenntnisse eines sinnvollen Chemieunterrichts an allen Zweigen der Berliner Schule sollen dem Schüler eine wichtige Orientierungshilfe sein." (Rahmenpläne, A V 15, S. 1) Damit wird der Bedeutung der Chemie in der heutigen Zeit Rechnung getragen. Die entscheidende Frage ist nun, welches Informationsniveau Schüler besitzen, wenn sie ihre Schulzeit in der

allgemeinbildenden Schule beenden. Diese Frage ist nicht nur interessant im Hinblick auf verschiedene Themenbereiche der Chemie, sondern wegen der gleich langen Schulzeit auch hinsichtlich eines Vergleichs des Kenntnisstandes von Haupt- und Realschülern kurz vor dem Abschluß der 10. Klasse. (HOLZKAMP-SAMTLEBEN-INGENKAMP, S. 153; RYBACKI-SEIRING u.a., S. 11 ff.) Da bisher umfassende empirische Untersuchungen zu diesen Fragestellungen nicht existieren, macht es sich die vorliegende Arbeit zur Aufgabe, einen Beitrag zur Klärung der Situation zu leisten.

2. Aufgabenstellung

Die Arbeit beschäftigt sich lediglich mit der kognitiven Dimension der Lernziele. (vgl. FISCHLER, S. 26) Affektive und psycho-motorische Lernziele (MÖLLER, S. 221f.) sollten Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Im Mittelpunkt der Betrachtung steht zunächst die Feststellung des Wissensstandes Berliner Haupt- und Realschüler in Teilbereichen der Chemie nach Absolvierung des 10. Schuljahres.⁺) Daraus ergeben sich vielfältige Vergleichsmöglichkeiten sowohl zwischen den Absolventen der beiden Schulzweige als auch zwischen den Geschlechtern. Insbesondere ist die Frage zu prüfen, ob sich Haupt- und Realschüler hinsichtlich ihrer Chemiekenntnisse signifikant voneinander unterscheiden und in welchen Teilgebieten Differenzen am stärksten ausgeprägt sind. Entsprechende Vergleiche sollen auch auf die Geschlechter bezogen werden, um zu der häufiger geäußerten Ansicht Stellung nehmen zu können, Mädchen seien im Chemieunterricht weniger leistungsfähig als Jungen. (GÖKE-GÄRTNER, S. 42; HEIMANN-OTTO-SCHULZ, S. 160 f.; BORRIS, S. 10, S. 73)

Die Ermittlung des Leistungsstandes ermöglicht es ferner, eine Feststellung darüber zu treffen, ob die in den Berliner Rahmenplänen für Chemie genannten Inhalte in ihren Grundstrukturen bei Haupt- und Realschülern verfügbar sind. (Rahmen-

⁺) Anmerkung: Der Besuch der 10. Hauptschulklasse ist freiwillig. Diese Möglichkeit wird von etwa 50 % der Hauptschüler genutzt.

plan Hauptschule B III a 15, S. 1 - 8; Rahmenplan Realschule B III b 15, S. 1 - 4) Durch das Testverfahren soll außerdem die Möglichkeit geschaffen werden, das Leistungsniveau eines Schülers in Chemie mit dem des Jahrgangs zu vergleichen. (vgl. FISCHLER, S. 8)

Neben diesen Leistungsvergleichen sollen Bedingungen des Chemieunterrichts ansatzweise untersucht und Beziehungen zwischen diesen Bedingungen und den Schülerleistungen hergestellt werden, da aufgrund einer solchen Analyse in der fachdidaktischen Diskussion Erklärungsmodelle für den ermittelten Leistungsstandard erarbeitet werden könnten.

Ein weiterführendes Ziel besteht darin, zu intensiver empirischer Arbeit auf dem Gebiet der Chemiedidaktik anzuregen. Dieser Wissenschaftsbereich ist bisher aus vielfältigen Gründen vernachlässigt worden. (HARBECK, S. 3089) Eine verstärkte wissenschaftliche Arbeit auf diesem Sektor dürfte nicht nur zu einer Verbesserung der Unterrichtssituation führen, sondern auch das Bemühen der Fachdidaktik um Wissenschaftlichkeit und damit um Gleichwertigkeit neben der Fachwissenschaft rechtfertigen. (BECKER - JÜNGEL, S. 240)

3. Entwurf eines Meßinstruments

Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegt kein standardisiertes Testverfahren vor, das die Erfassung der Leistungsfähigkeit von Absolventen der Haupt- und Realschule im Fach Chemie gestattet. (vgl. BRICKENKAMP) Aus diesem Grunde mußte ein Fragebogen entwickelt werden, der der Aufgabenstellung genügte. Im Jahre 1973 wurden mit Hilfe eines selbst entworfenen informellen Tests im Rahmen einer Pilot-Study Erfahrungen hinsichtlich der Testkonstruktion gesammelt, die ihren Niederschlag in einem erweiterten Testentwurf fanden. Die Entwicklung dieses Verfahrens ist in den folgenden Abschnitten dargestellt.

3.1. Theoretische Vorbemerkungen

Aus der Aufgabenstellung ergibt sich, daß der Test primär eine kriteriumorientierte Ausrichtung der Leistungsmessung aufweisen mußte. (PAWLIK, S. 28 f.) Dies beinhaltet im vorliegenden Zusammenhang eine Orientierung des Testverfahrens an Lernzielen mit der Aufgabe, den Grad der Erreichung dieser Ziele zu bestimmen. "Messungen, die Schülerleistungen durch einen Kriteriumstandard einschätzen, liefern auf diese Weise Informationen über den Grad der Qualifikation, den ein einzelner Schüler unabhängig von der Leistung anderer erworben hat." (GLASER, S. 10) Einem solchen Verfahren steht die normbezogene Leistungsmessung gegenüber: "Aus Tradition erfolgt eine normbezogene Messung zur Feststellung der Leistung einer Testperson durch den Vergleich mit den Leistungen der anderen Testpersonen, die an demselben Test teilnahmen." (POPHAM - HUSEK, S. 46) Für den Inhalt des Tests hat die Entscheidung zugunsten eines kriteriumorientierten Verfahrens weitreichende Konsequenzen. Während es für einen normbezogenen Test entscheidend wäre, Schüler in ihren Chemiekenntnissen unabhängig von Lernzielen differenzieren zu können, ist für die Kriteriummessung die Ausrichtung an Lernzielen zwingend notwendig. (ZIELINSKI, S. 903) Daraus resultiert eine inhaltliche Einengung. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die klassische Testtheorie, die auch die Grundlage normorientierter Schulleistungstests darstellt, nur in eingeschränktem Maße auf kriteriumorientierte Tests anwendbar ist. "Die klassische Testtheorie bezweckt die bestmögliche Diskrimination zwischen Individuen bezüglich einer definierten Eigenschaft." (HEIPCKE, S. 27) Da das hier in Frage stehende Testverfahren jedoch nicht vorrangig zur Differenzierung von Schülern führen, sondern der Überprüfung von Lernzielen dienen soll, ergeben sich veränderte Implikationen hinsichtlich der Testkonstruktion und Itemanalyse. Während ein normbezogener Test in der Regel nicht gleichzeitig als kriteriumbezogenes Verfahren verwendet werden kann, ist die Umkehrung

durchaus möglich. (HEIPOKE, S. 47) Dies ergibt sich aus der Leistungsstreuung, die auch bei kriteriumorientierten Tests fast ausnahmslos auftritt. Daraus resultiert für das hier verwendete Meßverfahren eine doppelte Zielrichtung: Es sind sowohl eine Kriteriumorientierung des Leistungstests als auch eine normorientierte Ausrichtung intendiert. Auf diese Weise soll es möglich werden, nicht nur das Ausmaß der Erreichung von Lernzielen festzustellen, sondern Schüler auch entsprechend ihren Chemiekennntnissen differenzieren zu können. Daher ist es gerechtfertigt, Kriterien der klassischen Testtheorie auf den Chemietest anzuwenden, ohne an enge Auslegungsmechanismen gebunden zu sein, die für normorientierte Schulleistungstests gelten. Das Fehlen einer vollständigen, kriteriumorientierten Testtheorie (REULECKE - ROLLETT, S. 184; FRICKE (1), S. 18), die als Ergänzung zur klassischen Testtheorie zu sehen wäre, zwingt zu entsprechenden Kompromissen.

Da ein Konsens darüber nicht existiert, wie hoch der Standard für die Kriteriumerreicherung anzusetzen ist (FRICKE (1), S. 22; KLAUER, S. 27), soll auch hier auf dessen Festlegung verzichtet werden.

3.2. Inhalt des Testverfahrens

Zunächst ist nochmals festzuhalten, daß sich das Testverfahren ausschließlich mit dem kognitiven Bereich des Chemieunterrichts befassen soll. Die Feststellung von Sachverhalten im psychomotorischen oder affektiven Bereich macht den Entwurf weiterer Meßverfahren auf der Basis spezieller Meßmethoden notwendig. (HARBECK, S. 3090)

Vor einer Fixierung des Testinhalts war eine Entscheidung darüber zu treffen, ob das Testverfahren auch eine Analyse des Leistungsniveaus der Schüler im Sinne der BLOOMschen Taxonomie ermöglichen soll. (BLOOM, S. 71 ff.) Solch ein Vorgehen setzt eine exakte Kenntnis der Unterrichtsinhalte und der

methodischen Schritte voraus, da eine mit hoher Komplexität ausgestattete Aufgabe dieses Niveau für jene Schüler verliert, die einen entsprechenden Gedankengang bereits im Unterricht nachvollzogen haben. (INGENKAMP (1), S. 49; CRONBACH, S. 56; RAPP, S. 51) "So kann die Lösung einer Denkaufgabe schon im Verhaltensrepertoire eines Schülers vorhanden sein, und das Problem wird nicht durch Denken, sondern durch Reproduzieren gelöst. Die Aufgabe, die einem Schüler gestellt wird, kann für den einen eine schwere Aufgabe, für den anderen eine leichte sein, weil er die Aufgabe bzw. die Lösung schon kennt." (HORN, S. 19 f.) Es ist zu vermuten, daß die nachträgliche Erhebung solch umfangreicher Informationen lückenhaft und mit erheblichen Fehlern belastet ist. Diese Überlegungen haben dazu geführt, im vorliegenden Testverfahren auf die Einführung einer Taxonomie kognitiver Fähigkeiten und Fertigkeiten zu verzichten. (REULECKE - ROLLETT, S. 186)

Da sich der Test an Haupt- und Realschüler wenden sollte, schränkte sich der Testinhalt auf den möglichen gemeinsamen Erfahrungshorizont beider Schülergruppen ein. Hinweise auf solche Gemeinsamkeiten bieten die Rahmenpläne für Chemie. Weitere Informationen können aus den in beiden Schultypen häufig verwendeten Schulbüchern und aus der Befragung von Chemielehrern gewonnen werden. Die gleichzeitige Berücksichtigung dieser drei Aspekte führt zu einer ausgewogenen Abgrenzung der gemeinsamen Basis.

Bei der vergleichenden Betrachtung der Berliner Rahmenpläne für Chemie ergab sich zunächst die Schwierigkeit, daß in der Hauptschule bestimmte chemische Themenbereiche zugunsten anderer nicht verbindlich sind. Dies betrifft die Düngemittel, die Gärungserzeugnisse, Seifen und Waschmittel sowie Kunstfasern und Kunststoffe. Daraus resultiert, daß diese Inhalte nicht in das Meßverfahren aufgenommen werden konnten. Die verbleibenden Themen nehmen jedoch einen so weiten Rahmen ein, daß auch sie in ihrer Gesamtheit nicht

Gegenstand eines Tests sein konnten. Es ergab sich daher die Notwendigkeit der Einschränkung. Eine Auswahl per Zufall mußte von vornherein ausgeschlossen werden, da möglicherweise im Sinne der Rahmenpläne sehr wesentliche Themen ausgefallen wären. Ein günstigeres Verfahren lag in der Auswahl der Themen nach ihrer Relevanz innerhalb des chemischen Lehrgangs. Als relevant wurden dabei vor allem solche Bereiche angesehen, die auf allen Stufen des Chemieunterrichts verfügbar sein müssen (z.B. Bezeichnung und Verwendung von chemischen Arbeitsgeräten, chemische Grundkenntnisse, einfache Formeln) oder die im Leben der Schüler eine besondere Bedeutung gewinnen (z.B. Nahrungsmittelchemie).

Ein weiteres Problem bestand darin, daß die Rahmenpläne die Inhalte des Chemieunterrichts in recht globaler Form nennen. Dies machte eine Spezifizierung notwendig. Kriterien für eine Konkretisierung ergaben sich aus Präambeln und Erläuterungen der Rahmenpläne selbst (HOFFMANN, S. 166), nach denen das Fach Chemie Orientierungshilfe in der modernen technischen Umwelt zu leisten hat. Dabei sollen Einblicke in naturwissenschaftliche Zusammenhänge gewonnen werden, ein "gewisses Maß an Abstraktion" ist angestrebt. (Rahmenplan Hauptschule B III a 15, S. 1; Rahmenplan Realschule B III b 15, S. 1) Um zu einer exakten Fixierung von Inhalten zu gelangen, wurden unter den genannten Gesichtspunkten einschlägige Schulbücher ^{+) für den Chemieunterricht an}

^{+) Schulbücher:}

- ARNDT-HALBERSTADT: Grundzüge der Chemie. Frankfurt/M. 1970 (Diesterweg)
- CUNY, K.-H.: Grundlagen der Chemie. Hannover 1969 (Schroedel)
- HALBERSTADT, E. - BERGHÄNDLER, A.: Physik und Chemie für Hauptschulen. Frankfurt/M. 1970 (Diesterweg)
- HÄUSLER, K.: Chemie 1. München 1970 (Oldenbourg)
- HÄUSLER, K.: Chemie 2. München 1971 (Oldenbourg)
- KEMPER, A. - GREB, E. - QUINZLER, G.: Chemie B. Stuttgart 1971 (Klett)
- NIMMERRICHTER, W. - WALZ, A.: Kraft und Stoff. Stuttgart 1966 (Klett)
- OLBRISCH - PAPSTEIN - SCHLEBES: Chemie für Realschulen. Hannover 1969 (Schroedel)
- VÖLCKER, D. - SCHLEIP, A.: beobachten - experimentieren - erklären - anwenden. Frankfurt/M. 1965 (Hirschgraben)

Haupt- und Realschulen durchgesehen. (COCHTER, S. 328) Dabei wurde darauf geachtet, daß nur solche Themen herausgezogen wurden, die nach Rahmenplänen und Schulbüchern Gegenstand des Unterrichts in beiden Schultypen sein konnten. Die auf diese Weise konkretisierten Inhalte wurden Haupt- und Realschullehrern mit der Bitte vorgelegt, zu der getroffenen Themenauswahl Stellung zu nehmen. Nach geringfügigen Änderungen bestand ein Konsens darüber, daß bei Absolventen der Haupt- und Realschule Kenntnisse mindestens in folgenden Themenbereichen nachweisbar sein sollten (INGENKAMP (2), S.36):

1. Bezeichnung und Verwendung chemischer Arbeitsgeräte (Reagenzglas, Becherglas, Erlenmeyerkolben, Standzylinder, Tropftrichter etc.); Arbeitstechniken einschließlich Unfallverhütung (Ablesen von Meßgeräten, Aufbewahren von Chemikalien, Vorgehen beim Experimentieren)
2. Chemische Elementarkenntnisse (Begriff der chemischen Verbindung, Zusammensetzung der Luft, Begriff des Oxids)
3. Symbole, Wertigkeit, Formeln, Gleichungen (Symbole von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff; Bestimmen der Wertigkeit von Elementen in einfachen Formeln; Formeln von Wasser, Salzsäure, Schwefelsäure, Natronlauge, Kalilauge, Kohlendioxid, Kochsalz, Methan und Traubenzucker; Erstellen einer Reaktionsgleichung)
4. Säuren, Laugen, Salze (Herstellung und Nachweis von Säuren und Laugen, Verwendung der Schwefelsäure, Salze der Schwefelsäure, Neutralisation)
5. Petrochemie (Förderung von Erdöl, Rohöldestillation und Krackvorgang, Bestandteile des Erdgases und -öls)

6. Nahrungsmittelchemie (Herstellung und Nachweis des Traubenzuckers, Stärkeabbau und -nachweis, Fettgewinnung, Zusammensetzung der Fette und fetten Öle, Vorkommen und Zusammensetzung von Eiweißen)

Dieser Minimalkatalog, erstellt auf der Basis der Berliner Rahmenpläne, der genannten Schulbücher und der Lehrerurteile, wurde nun Grundlage für die Fixierung von Lernzielen, aus denen die einzelnen Testaufgaben abzuleiten waren.

3.3. Aufgabenkonstruktion und Vorexprobung

Eine wesentliche Aufgabe bestand darin, eine Entscheidung über den zu verwendenden Aufgabentyp zu fällen. Im Interesse einer möglichst objektiven Auswertung und zur Überwindung von Sprachbarrieren insbesondere bei Hauptschülern (GRAUMANN, S. 324 ff.; LEGENIE - EHLERS, S. 268 ff.) wurde die Klasse der geschlossenen Aufgaben gewählt. Darin bietet der Testautor "unmittelbar mit der Problemstellung Angebote zu ihrer Lösung an, das heißt erwünschte und auch andere mehr oder weniger naheliegende Reaktionen zur Entscheidung und damit zur Auswahl." (RÜTTER, S. 132) Unter den geschlossenen Aufgaben haben sich die Mehrfach-Wahl-Aufgaben (multiple-choice) in den meisten Fällen als besonders zweckmäßig erwiesen. GRONLUND empfiehlt daher, die abzutestenden Inhalte möglichst umfassend durch Mehrfach-Wahl-Aufgaben zu repräsentieren und nur dort zu einer anderen Aufgabenform überzugehen, wo besondere Überlegungen dies notwendig erscheinen lassen. Ein solcher Fall kann eintreten, wenn "mehrere ähnliche Faktoren zueinander in Beziehung gesetzt werden" (GRONLUND, S. 38) oder wenn zu einer bestimmten Sachstruktur mehrere Informationen erhoben werden sollen. Dann scheint die Zuordnungsaufgabe das optimale Erfassungsinstrument zu sein. Auf der Basis dieser Überlegungen wurden für die unter 3.2. genannten Inhalte und daraus abgeleiteten Lernziele insgesamt 73 Mehrfach-Wahl-Aufgaben und 7 Zuordnungsaufgaben entworfen. Um spezielle Informationen über das

Bestimmen der Wertigkeit von chemischen Elementen und das Erstellen chemischer Reaktionsgleichungen zu erhalten, wurden 3 weitere Aufgaben hinzugefügt, deren Lösungen nicht aus vorgegebenen Antworten ausgewählt werden konnten, sondern frei zu erarbeiten waren. Die Aufgaben wurden zur Erhöhung der Schülermotivation zum Teil mit Illustrationen versehen oder an konkrete Gegebenheiten gebunden.

Dieser Testentwurf war zu umfangreich, konnte daher innerhalb der angestrebten Arbeitszeit von maximal 45 Minuten (eine Unterrichtsstunde) nicht bewältigt werden und war aufgrund einer eingeplanten Aufgabenanalyse auf etwa die Hälfte der Aufgaben zu reduzieren. "Die empirische Aufgabenanalyse soll vor allem Angaben zum Schwierigkeitsgrad, zur Trennschärfe jeder Aufgabe und zur Eignung der Distraktoren liefern." (INGENKAMP (1), S. 43) Diese Daten erhält man nach einer Erprobung des Testentwurfs an einem Teil der Population, für die das endgültige Testverfahren entwickelt wird. Der Testentwurf wurde 115 Schülern der 10. Klasse in Haupt- und Realschulen zur Bearbeitung vorgelegt. Die für die Schwierigkeit und Trennschärfe erhaltenen Indices führten je nach der Bedeutung, die der betreffenden Aufgabe im Test zugemessen wurde, zur Überarbeitung oder zum Ausscheiden. Bei wenig attraktiven Distraktoren wurde eine Neuformulierung vorgenommen, um die Ratewahrscheinlichkeit der richtigen Lösung bei Mehrfach-Wahl-Aufgaben nicht zu erhöhen. (INGENKAMP (1), S. 52)

Die bei der Vorerprobung ermittelte Arbeitszeit ließ darauf schließen, daß innerhalb einer Unterrichtsstunde nicht mehr als 40 bis 50 Testaufgaben bewältigt werden können. Da die Schüler nicht zu sehr dem Leistungsdruck ausgesetzt werden sollten, andererseits jedoch eine maximale Datenzahl zu erheben war, wurde die Testlänge auf insgesamt 40 Items festgelegt. Die Auswahl der geeigneten Aufgaben orientierte sich an den Werten der Aufgabenanalyse und am Untersuchungsziel. Ein mathematisch eindeutiges Verfahren, das auch inhalt-

liche Belange berücksichtigt, ist bisher für die Itemselektion noch nicht entwickelt worden. (INGENKAMP (1), S. 59) Unter diesem Gesichtspunkt war vor allem eine hinreichende Repräsentativität der durch Expertenurteil ausgewählten Themenbereiche durch Testitems zu sichern. Eine einseitige Orientierung an den Resultaten der Aufgabenanalyse hätte vermutlich einen negativen Einfluß auf die Validität des Testverfahrens ausgeübt. INGENKAMP weist ausdrücklich auf diese Problematik bei lernzielorientierten Tests hin. (INGENKAMP (1) S. 60)

Die für die Testendform vorgesehenen Items wurden Chemielehrern vorgelegt. (INGENKAMP (1), S. 46 ff.; INGENKAMP (2), S. 36) Sie hatten in Form von fünfstufigen Rating - scales über folgende Fragen zu entscheiden:

1. Gehen die Testitems über den inhaltlichen Bereich der Berliner Rahmenpläne für Chemie der Haupt- und Realschulen hinaus ?
2. Repräsentieren die Testitems relevante Inhalte des Chemieunterrichts an Haupt- und Realschulen ?
3. Können die Testitems als relevant für die ausgewählten Themenbereiche gelten ?

Die Fragen wurden auf den Rating - scales in der Weise beantwortet, daß von einem validen Meßinstrument gesprochen werden kann. Es handelt sich dabei um eine inhaltliche Gültigkeit auf der Basis von Expertenurteilen. "Die Inhaltsgültigkeit eines Tests wird nicht numerisch - statistisch bestimmt. Vielmehr wird aufgrund sachspezifischer und logischer Überlegungen entschieden, ob das in Frage stehende Meßverfahren als repräsentativ für die 'inhaltlich gültig' repräsentiert." (GAUDE-TESSNER, S. 99)

Bei der folgenden Zusammenstellung der Testitems wurde im Interesse des Erhalts bzw. des Aufbaus einer Leistungsmotivation darauf geachtet, daß der Test mit ansprechenden und relativ leichten Aufgabenteilen beginnt. (ROSEMAN, S. 203) Aus diesem Grunde sind die ersten Aufgaben illustriert. Die Entscheidung, das Thema "Arbeitsgeräte, Arbeitstechniken,

Unfallverhütung" an den Anfang des Tests zu stellen, war ebenfalls von diesen Überlegungen geprägt. Außerdem wurde angestrebt, daß die Reihung der Testaufgaben so weit wie möglich einen sachlogischen Zusammenhang repräsentiert, ohne daß das Prinzip der Unabhängigkeit der Aufgaben verletzt wird. (ROSEMAN, S. 193; BIGLMAIER, S. 26) Dies war notwendig, um leistungshemmende Umstrukturierungsprozesse in den Schülern zu reduzieren. Deshalb kann kein ständiges Ansteigen der Schwierigkeit der Items erwartet werden. Die Abhängigkeit der Schwierigkeitsindices von den Teilstichproben hätte zudem eine solche Ordnung nur in Ansätzen zugelassen. Ferner wurde auf die Verteilung der Positionen der richtigen Lösungen bei Mehrfach-Wahl-Aufgaben geachtet. (SEELIG, S. 87) Es ist zu berücksichtigen, "daß die richtige Antwort nicht immer an der gleichen Position der Alternativliste steht" (ROSEMAN, S. 192)

Nach diesen Vorarbeiten zur Inhaltsgültigkeit und Reihung von Testitems und Distraktoren wurde der überarbeitete Testentwurf im Mai 1975 an insgesamt 85 Schülern (36 Haupt-, 29 Real- und 20 Gesamtschüler) erprobt. Es stellte sich heraus, daß eine Arbeitszeit von 45 Minuten auch für langsam arbeitende Schüler ausreichte. Eine vorgenommene Distraktorenanalyse zeigte keine ausgeprägte Bevorzugung falscher Auswahlantworten. Für Schwierigkeit und Trennschärfe der Testitems ergaben sich zufriedenstellende Daten. Sie sollen hier nicht mitgeteilt werden, da sich aus der Testhauptphase relevantere Werte ergeben. Bei der Beurteilung dieser Resultate war zu berücksichtigen, daß sie sich auf einen lernzielorientierten Test und damit auf wegen der Inhaltsgültigkeit nicht beliebig veränderbare Testitems beziehen. Außerdem mußte beachtet werden, daß sich die Ergebnisse aufgrund zeitlicher Umstände aus einer Stichprobe von Schülern ergeben haben, die noch ein Dreivierteljahr in Chemie zu unterrichten war, also mit der Population, auf die der Test zugeschnitten ist, nicht exakt übereinstimmte.

3.4. Struktur des Tests

In seiner Endform besteht der Test aus 40 Items, die sich auf 6 Subtests verteilen. Die Themenbereiche der Subtests decken sich mit denen des von Haupt- und Realschullehrern erarbeiteten Minimalcatalogs. Die folgende Aufstellung gibt die Struktur der Testendform wieder:

Subtest	Zahl der Items	Item-Nr. im Test
1. Arbeitsgeräte, Arbeitstechniken, Unfallverhütung	7	1 - 7
2. Chemische Elementarkenntnisse	6	8 - 13
3. Symbole, Wertigkeit, Formeln, Gleichungen (chemische Zeichensprache)	7	14 - 20
4. Säuren, Laugen, Salze	5	21 - 25
5. Petrochemie	5	26 - 30
6. Nahrungsmittelchemie, darunter:	10	31 - 40
Kohlenhydrate	4	31 - 34
Fette	3	35 - 37
Eiweiße	3	38 - 40

Die Zahl der Items pro Subtest ergab sich im wesentlichen aus zeitlichen Angaben des Rahmenplans für die Hauptschule (Rahmenplan B III a 15, S. 1 - 6) und aus der Bedeutung der betreffenden Themenbereiche für die Chemie. Ferner wurde die Relevanz der Themen als Orientierungshilfe für die Schüler berücksichtigt. In Analogie zu einem Vorschlag von HORN wurde darauf geachtet, daß sich jeder Subtest aus mindestens 5 Aufgaben zusammensetzt. (HORN, S. 177)

3.5. Testinstruktionen

Um vergleichbare Bedingungen bei der Durchführung des Tests zu erzielen, wurde für die Hand des Lehrers ein Einführungsbrief formuliert, der den Zweck der Untersuchung verdeutlichte

und die Testanweisung enthielt. (ZIELENSKI, S. 896 f.) Grundlage für die Erstellung des Briefes bildeten die Vorschläge von GOODE - HATT (S. 170 - 172) und die Empfehlungen von KUSCHMANN - ZWIRTZ (S. 162). Es wurde Wert darauf gelegt, daß den Schülern die an sie gerichteten Passagen wörtlich vorgelesen werden. (LIENERT, S. 59) So schien gewährleistet, daß das Beantwortungsverfahren mit den im Test enthaltenen Beispielen hinreichend verdeutlicht und dem Anspruch auf Vergleichbarkeit der Durchführungsbedingungen nachgekommen wird.

Von wesentlicher Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Frage, wie sich Schüler verhalten sollen, die eine Aufgabe nicht lösen können. (KUSCHMANN - ZWIRTZ, S. 163) Der Hinweis, die Aufgabe durch Raten zu lösen, schien nicht opportun, weil - wie Gespräche mit Schülern zeigten - die Ernsthaftigkeit des Testverfahrens in Zweifel gezogen werden könnte. Deshalb wurde den Schülern in den Testanweisungen empfohlen, die betreffenden Aufgaben auszulassen. Es ist jedoch anzunehmen, daß einige trotzdem das Raten der Lösungen vorzogen. Aus diesem Grunde wird die Auswertung des Tests zur Vermeidung zu optimistischer Werte unter Berücksichtigung der Ratewahrscheinlichkeit erfolgen (vgl. 5.1.5.1.).

5.5. Ergänzende Informationserhebungen, Untersuchungsmaterialien

"In fast allen Untersuchungen geht es nicht nur darum, das zu untersuchende Phänomen zu beschreiben, sondern man stellt auch die Frage nach dem 'Warum?', d.h. man sucht die Bestimmungsgründe des Phänomens zu entdecken." (MAYNTZ - HOIM - HÜBNER, S. 105) Diese Aussage trifft auch für die vorliegende Untersuchung zu: Das ermittelte Leistungsniveau der Absolventen Berliner Haupt- und Realschulen soll im wesentlichen in Beziehung gesetzt werden zu der motivationalen Lage der Schulabgänger hinsichtlich des Fachs Chemie und zu organisatorischen Gegebenheiten im Chemieunterricht.

Weitere Faktoren, die ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf das Leistungsniveau haben dürften (Strukturmomente der Lehrer- und Schülerpersönlichkeit, Wirkung sozial - kultureller Bedingungen im Unterrichtsprozeß etc.), sind hier ausgeklammert, weil sie nur durch eine Fülle weiterer Meßverfahren ermittelt werden können, die die Persönlichkeits-sphäre von Lehrern und Schülern erheblich tangieren. Entsprechende Fragestellungen wurden in dem Genehmigungsschreiben des Senators für Schulwesen für die durchgeführte Untersuchung ausgeschlossen.

Für die ergänzenden Informationen zur Leistungsmessung wurden Fragen entwickelt, die Lehrern und Schülern vorgelegt wurden. Die Fragen an die Lehrer waren dem Einführungsbrief beigelegt und beschäftigten sich mit der organisatorischen Gestaltung des Chemieunterrichts, die Fragen an die Schüler zielten im wesentlichen auf deren Motivation ab. Sie bearbeiteten die Fragen zusammen mit dem Leistungstest.

Die Untersuchungsmaterialien (Einführungsbrief mit Fragenkatalog an die Chemielehrer und Leistungstest einschließlich ergänzender Fragen an die Schüler) sind im Anhang wiedergegeben.

3.7. Grundhypothesen

Die Hypothesen sollen hier nicht in Form statistischer Null- bzw. Alternativhypothesen formuliert werden, um Erläuterungen Raum zu lassen. Sie stellen Arbeitshypothesen dar. (SELG, S. 14, S. 80 ff.)

- Zunächst wird erwartet, daß Absolventen der Realschulen über mehr chemisches Wissen verfügen als Hauptschüler nach dem Besuch der 10. Klasse. Für diese Annahme sprechen rein formal das in der Stundentafel für die Realschule vorgesehene größere Lehrangebot im Fach Chemie (Klassenplan Realschule A III b, S. 2) und die Möglichkeit der Realschüler, ihre Chemiekenntnisse durch die Wahl des mathematisch -

naturwissenschaftlichen Kurses (Kurs A) zu vervollständigen. (Rahmenplan Realschule A III b, S. 3) Andererseits ist davon auszugehen, daß Hauptschüler der 10. Klasse eine positive Auswahl darstellen und einen vergleichsweise hohen Leistungsstandard aufweisen. (HOLZKAMP - SAMTLEBEN - INGENKAMP, S. 11 f., S. 149)

- Es wird vermutet, daß Differenzen zwischen Haupt- und Realschülern dort besonders ausgeprägt sind, wo Leistungen auf höherem Abstraktionsniveau zu erbringen sind. In praxisorientierten Gebieten der Chemie werden geringere Leistungsunterschiede erwartet.
- Trotz der Gleichstellung von Jungen und Mädchen bei der Erteilung des Chemieunterrichts wird man in beiden Schulzweigen geschlechtsspezifische Differenzen zugunsten der Jungen annehmen müssen.
- Einem erheblichen Teil der Haupt- und Realschüler fehlen chemische Grundinformationen, die Voraussetzung für das Verständnis weiterer Stoffbereiche sind. Solche Kenntnislücken dürften für Hauptschüler kennzeichnender sein als für Realschüler.
- Es wird erwartet, daß bei Haupt- und Realschulabsolventen der 10. Klasse nicht von jenem Leistungsstand ausgegangen werden kann, den die Berliner Rahmenpläne für Chemie anzielen.
- Das Interesse der Schüler an der Chemie wird wegen ihrer fachspezifischen Möglichkeiten zur Schüleraktivierung eher positiv zu sehen sein. Zwischen Interesse und Resultat im Schulleistungstest wird ebenso eine positive Korrelation vermutet wie zwischen erwarteter Chemiezensur und Testergebnis.
- Man kann annehmen, daß Schüler die Relevanz des Faches Chemie für ihre Zukunft als gering einschätzen.

- Bezüglich der Bedingungen des Chemieunterrichts wird erwartet: An Haupt- und Realschulen sind für die Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten im allgemeinen optimale Chemieausstattungen vorhanden. Die Durchführung von Schülerübungen wird durch die Teilung von Schulklassen erleichtert bzw. ermöglicht.

4. Durchführung der Untersuchung

4.1. Erhebung der Stichprobe

Die Größe der Gesamtstichprobe wurde aus statistischen und organisatorischen Gründen (z.B. Eingangsbedingungen in Signifikanztests) auf etwa 600 Schüler festgelegt. (FRIEDRICHS, S. 144 ff.) In dieser Gesamtstichprobe sollten Haupt- und Realschüler etwa zu gleichen Anteilen vertreten sein. Da aufgrund der Resultate der Untersuchung eine Generalisierung auf Berliner Verhältnisse geplant war, wurde folgendermaßen verfahren: Zunächst wurden auf der Grundlage des Schulentwicklungsplans II (Senator für Schulwesen (1), S. 82 - 94) die innerhalb der einzelnen Berliner Bezirke erwarteten Schülerzahlen für die 10. Klassen der Haupt- und Realschulen ermittelt und die anteiligen Prozentsätze an beiden Schülergruppen errechnet. Da vom Senator für Schulwesen von vornherein nur dem Testen ganzer Klassen zugestimmt wurde, bildeten diese Prozentsätze das Kriterium für die Entscheidung, wieviel Schulklassen in den einzelnen Bezirken zu testen waren. Der geplante Stichprobenumfang ließ es sinnvoll erscheinen, daß der Test pro Schülergruppe 12 Klassen (etwa 25 Schüler pro Klasse) zur Bearbeitung vorgelegt wird. Aus Stichprobenumfang und Verteilungskriterium ergab sich hinsichtlich der zu testenden Klassen pro Bezirk folgendes Bild:

Bezirke	Zahl der	
	Hauptschulklassen	Realschulklassen
Charlottenburg, Neukölln, Schöneberg, Spandau, Steglitz, Tempelhof, Wilmers- dorf, Zehlendorf	je 1	je 1
Kreuzberg	1	-
Reinickendorf	1	2
Tiergarten	-	1
Wedding	2	1

Die Klassen, die am Test teilnehmen sollten, wurden per Zufall aus einem zuvor erstellten Schul- und Klassenverzeichnis der einzelnen Berliner Bezirke ermittelt. Dieses Verfahren deckt sich in seinen Grundzügen mit der von HOLZKAMP - SANTLEBEN - INGENKAMP realisierten Stichprobenziehung. (HOLZKAMP - SANTLEBEN - INGENKAMP, S. 19; vgl. HYILA, S. 29 ff.; FRICKE (2), S. 59) In ihrer grundsätzlichen Struktur ist die gezogene Stichprobe als geschichtet und proportional anzusehen, wobei sich die Schichtung auf die Schulzweige und die Proportionalität auf die Berliner Bezirke bezieht. (WALKER - LEV, S. 369, S. 381 f.; SLONIM, S. 72; KELLERER, S. 87) Gleichzeitig liegt durch die Zufallsauswahl der Schulklassen eine Klumpenstichprobe (cluster sampling) vor, aus der sämtliche Schüler getestet wurden. (WALKER - LEV, S. 368 f., S. 380) Ein Cluster wird jeweils durch eine Schulklasse gebildet; Untersuchungseinheiten sind die erfaßten Individuen. (KELLERER, S. 133 - 136; FRICKE (2), S. 59)

Eine Liste der am Testverfahren beteiligten Schulen befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

4.2. Zeitpunkt und Organisation der Untersuchung

Das erarbeitete Testverfahren ist für die Schulabgänger der 10. Klassen der Haupt- und Realschulen konzipiert und sollte daher möglichst erst am Ende des Schuljahres durchgeführt werden. Da andererseits aber ein Absinken der Motivation angenommen werden mußte, wurde der Test den

ausgewählten Klassen in der ersten Februarhälfte 1976 zur Bearbeitung vorgelegt; das Schuljahr 1975/76 endete Mitte März 1976.

Aus organisatorischen Gründen führten die Chemielehrer den Test in ihren Klassen selbst durch, nachdem der Verfasser mit ihnen und ihren Schulleitern persönlichen Kontakt aufgenommen hatte.

4.3. Tatsächlicher Stichprobenumfang

An dem Testverfahren beteiligten sich alle ausgewählten Schulen; sämtliche Chemielehrer waren bereit, die gewünschten Zusatzinformationen zu geben. Die Stichprobe umfaßt 605 Schüler. Sie setzt sich folgendermaßen zusammen:

	Hauptschüler	Realschüler
Jungen	155	154
Mädchen	147	150
	302	304

Tab. 1

Von der Befragung sind damit etwa 9% der Hauptschul- und 6% der Realschulabsolventen des Schuljahres 1975/76 erfaßt. (Senator für Schulwesen (1), S. 82; vgl. HOLZKAMP - SAMTLEBEN - INGENKAMP, S. 19)

5. Darstellung und Analyse der Testergebnisse

Die Resultate der Befragung gliedern sich in zwei Hauptteile:

- Ergebnisse des Leistungstests,
- Rahmenbedingungen des Chemieunterrichts.

Zunächst wird der mit dem Test ermittelte Kenntnisstand der Schulabgänger, einschließlich einer Analyse des Testverfahrens selbst, dargestellt. Daran schließt sich eine Auswertung der Antworten zu den Rahmenbedingungen des Chemieunterrichts an. Aus beiden Teilen werden in einem weiteren Abschnitt Konsequenzen gezogen.

5.1. Ergebnisse des Leistungstests

5.1.1. Kriterien für die Punktevergabe

Mit Ausnahme der Aufgabe 20, für die es wegen ihrer Komplexität 2 Punkte gab, wurde für richtig gelöste Items ein Punkt vergeben. Die im Test erreichbare Punktzahl liegt daher bei 41. In der Aufgabe 1 erfolgte die Punktevergabe bereits, wenn vier Geräte richtig zugeordnet wurden. Bei den Items 2 und 14 genügten zur Vergabe des Punkts jeweils drei richtige Zuordnungen. Unter Berücksichtigung der genannten Korrekturen kann grundsätzlich von einer Gleichwertigkeit der Testitems ausgegangen werden.

5.1.2. Verteilungsanalyse

5.1.2.1. Absolute Rohwertverteilung

Die Häufigkeitstabelle stellt eine wesentliche Grundlage für die Verarbeitung und Bewertung der von den Schülern erzielten Punktwerte dar und wird im Anhang wiedergegeben. Durch die feine Gliederung wirkt die Häufigkeitsverteilung unübersichtlich und macht die Zusammenfassung von Punktzahlgruppen zu Klassen notwendig. (CLAUSS - EBNER, S. 43)

5.1.2.2. Klassifizierte Häufigkeiten

Die Klassifizierung der Rohdaten sollte unter dem Gesichtspunkt erfolgen, daß einerseits eine größere Übersichtlichkeit der Häufigkeitsverteilung erreicht wird, daß es andererseits aber auch nicht zur Nivellierung systematischer Schwankungen der Verteilung kommt. (WALKER - LEV, S. 50) Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, wurde die Klassenbreite auf jeweils vier Punktwerte festgesetzt. Damit ergeben sich insgesamt 10 Klassen, deren absolute Häufigkeiten in der Tabelle 2 dargestellt sind. Die Tabelle 3 enthält die entsprechenden prozentualen Häufigkeiten.

Klassifizierte Häufigkeitsverteilung
(absolute Häufigkeiten)

Punktzahl- klassen	Hauptschüler			Realschüler			insgesamt
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1 - 4	4	3	7	-	-	-	7
5 - 8	13	20	33	-	-	-	33
9 - 12	30	41	71	3	14	17	88
13 - 16	33	31	64	9	14	23	87
17 - 20	16	14	30	23	44	67	97
21 - 24	18	11	29	28	46	74	103
25 - 28	21	21	42	40	16	56	98
29 - 32	13	6	19	30	12	42	61
33 - 36	7	-	7	17	4	21	28
37 - 40	-	-	-	4	-	4	4
	155	147	302	154	150	304	606

Tab. 2

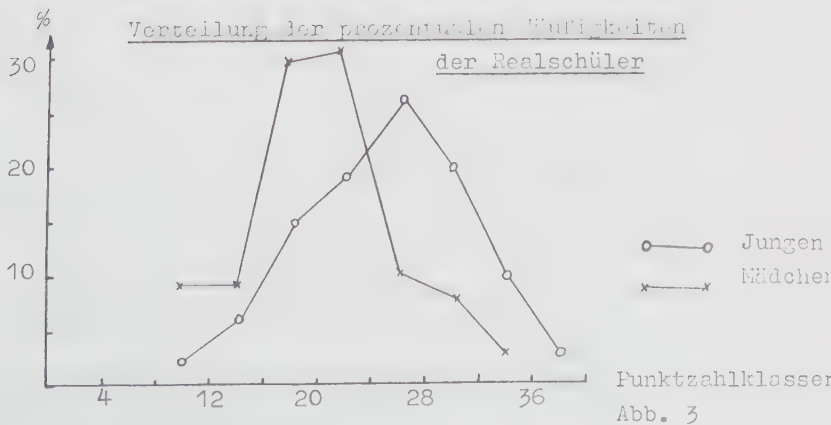
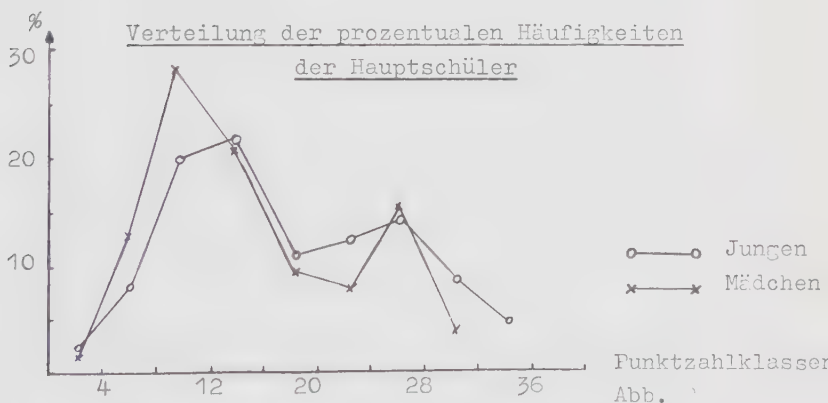
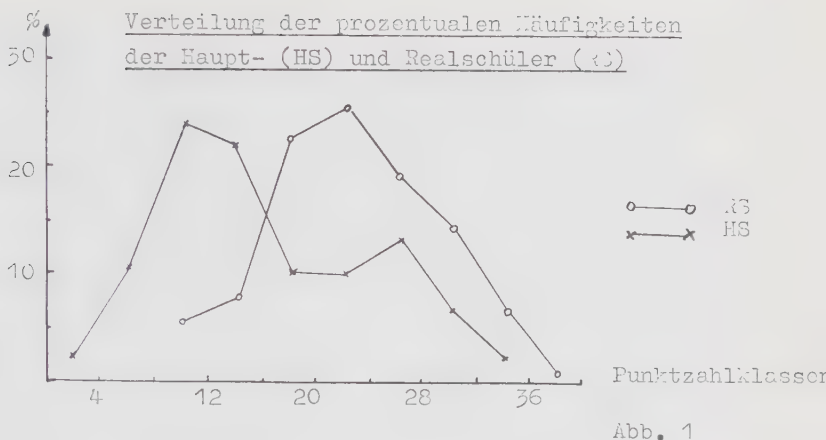
Klassifizierte Häufigkeitsverteilung
(prozentuale Häufigkeiten)

Punktzahl- klassen	Hauptschüler			Realschüler			insgesamt
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1 - 4	2,6	2,0	2,3	-	-	-	1,1
5 - 8	8,4	13,6	10,9	-	-	-	5,4
9 - 12	19,4	27,9	23,5	2,0	9,3	5,6	14,5
13 - 16	21,3	21,1	21,2	5,8	9,3	7,6	14,4
17 - 20	10,3	9,5	10,0	14,9	29,3	22,0	16,0
21 - 24	11,6	7,5	9,6	18,2	30,7	24,4	17,0
25 - 28	13,5	14,3	13,9	26,0	10,7	18,4	16,2
29 - 32	8,4	4,1	6,3	19,5	8,0	13,8	10,1
33 - 36	4,5	-	2,3	11,0	2,7	6,9	4,6
37 - 40	-	-	-	2,6	-	1,3	0,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 3

Um zu einer ersten anschaulichen Vergleichsmöglichkeit zu gelangen, werden jeweils zwei ausgewählte Häufigkeitsverteilungen in Form von Polygonzügen dargestellt. Wegen der unterschiedlichen Größe der Teilstichproben werden dazu

die prozentualen Häufigkeiten von (CLAUS - JENNER, S. 53) Die Abbildung 1 zeigt einen Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Haupt- und Realschüler. Es wird deutlich, daß die Realschüler weit bessere Leistungen erbracht haben als die Hauptschüler. Auffallend ist auch, daß sich die Extremwertklassen der Verteilungen wesentlich unterscheiden. Das Auftreten des zweiten Häufigkeitsmaximums bei den Hauptschülern verdient besondere Beachtung, und es soll bereits hier der Versuch einer Interpretation vorgenommen werden. LIENERT weist darauf hin, daß für zweigipflige Verteilungen eine Stichprobenheterogenität verantwortlich sein kann. Es ist möglich, daß diese Verteilungsform entsteht, weil die Stichprobe sich aus zwei unterschiedlichen Gruppen zusammensetzt. "Wenn man davon ausgeht, daß die Mittelwerte der beiden Gruppen weit auseinander liegen, so wird sich naturgemäß eine zweigipflige Verteilung ergeben. Bei unterschiedlichem Gruppenumfang wird die bimodale Verteilung mehr oder weniger asymmetrisch ausfallen. Wenn man also eine bimodale Rohwertverteilung in der Testpraxis erzielt, so wird man in erster Linie an eine Kombination zweier heterogener Gruppen als Ursache denken und die Verteilung daraufhin untersuchen." (LIENERT, S. 177 f.; vgl. SELG, S. 98 f.) Als ein Untersuchungskriterium bot sich von vornherein die Frage an, ob die von zahlreichen Hauptschülern erwartete Zusatzbescheinigung, die den Hauptschulabschluß der 10. Klasse unter bestimmten Bedingungen dem der Realschule gleichstellt (Senat von Berlin, Dienstblatt III, 69/1967), einen wesentlichen Einfluß auf das Kenntnissniveau ausüben könnte. Zur Klärung des Problems wurden die Tests der Hauptschüler nach diesem Kriterium geordnet und die Mittelwertdifferenzen beider Gruppen nach dem t - Test geprüft. (JÜNGEL(1)S. 91 ff.) Dabei ergab sich ein auf dem 1% - Niveau signifikanter Unterschied, der den Schluß zuläßt, daß es sich hier tatsächlich um eine heterogene Stichprobe handelt. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Heterogenität durch die Erwartung



bzw. Nichterwartung der Zusatzbescheinigung verursacht wird. In der Abbildung 2 wird die Häufigkeitsverteilung der Hauptschüler nach Geschlechtszugehörigkeit aufgegliedert. Es tritt bei Jungen und Mädchen die zuvor erläuterte Verteilungsunregelmäßigkeit auf. Die Leistungen der Jungen übertreffen generell die der Mädchen. Bei den Realschülern (Abbildung 3) werden die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern wesentlich deutlicher. Auch hier haben die Jungen die besseren Leistungen erzielt.

Um zu einem exakteren Vergleich zu gelangen, werden in den folgenden Abschnitten die ermittelten Streuungswerte und arithmetischen Mittel betrachtet.

5.1.3. Streuungswerte

5.1.3.1. Extremwerte und Variationsweiten

Die Tabelle 4 enthält die Extremwerte und Variationsweiten der am Test beteiligten Gruppen. Für den Vergleich muß berücksichtigt werden, daß die Statistiken von der Stich-

			Extremwerte		Variationsweiten
			untere	obere	
Hauptschüler	J	155	3	36	33
	M	147	1	31	30
	J/M	302	1	36	35
Realschüler	J	154	10	40	30
	M	150	10	34	24
	J/M	304	10	40	30
insgesamt		606	1	40	39

Tab. 4

probengröße abhängig sind. (McCOLLOUGH - ATTA, S. 153) Deshalb kann sich der Vergleich nur auf annähernd gleich große Stichproben beziehen.

Die Tabelle zeigt, daß der vom Test ermöglichte Meßbereich fast vollständig genutzt wird. Es fehlen lediglich die

Mindest- und Höchstpunktzahl. Man kann unter diesem Aspekt davon ausgehen, daß das Verfahren für die Gesamtstichprobe angemessen ist.

Die Hauptschüler (Jungen und Mädchen) setzen die unteren Extremwerte fest. Der Maximalwert wird von einem Realschüler erreicht. Innerhalb der Untergruppen ergeben sich zufriedenstellende Variationsweiten. Bemerkenswert ist, daß die Hauptschüler eine Gruppe mit größerer Variationsweite als die Realschüler bilden. Dies weist auf eine inhomogenere Gruppenzusammensetzung hin. Die geringste Variationsweite und damit die größte Homogenität zeigt die Stichprobe der Mädchen der Realschulen.

5.1.3.2. Standardabweichungen und Variabilitätskoeffizienten

Während die bisher mitgeteilten Werte lediglich deskriptiven Charakter aufweisen, erschließt die Standardabweichung auch den Bereich der Inferenzstatistik. Sie ist Grundlage zahlreicher Berechnungen und wird daher für die einzelnen getesteten Gruppen mitgeteilt. Ein unmittelbarer Vergleich der Standardabweichungen untereinander ist jedoch nur unter sehr eingeschränkten Bedingungen möglich. (CLAUSS - LEBNER, S. 88 f. HILLEBRANDT, S. 134) Deshalb wurden zusätzlich die Variabilitätskoeffizienten errechnet. Sie relativieren die im

		Standardabweichung	Variabilitätskoeffizient
Hauptschüler	J	8,11	45,03
	M	7,19	46,78
	J/M	7,79	46,56
Realschüler	J	6,26	24,41
	M	5,60	26,81
	J/M	6,41	27,57
insgesamt		7,84	39,18

Tab. 5

vorhergehenden Abschnitt vorgenommenen Aussagen. Die Stichprobe aus den Hauptschulen weist sich nun gegenüber den

Realschulen endgültig als heterogener aus. (INGENKAMP (4), S. 151) Dagegen schrumpfen die Streuungsunterschiede in den nach Geschlechtszugehörigkeit unterteilten Gruppen auf minimale Werte zusammen. Es kann davon ausgegangen werden, daß sich die Differenzen in der Streuung im wesentlichen auf die beiden Schulzweige beschränken. Innerhalb der Schulzweige kann bei Jungen und Mädchen auf etwa gleiche Gruppenhomogenität hinsichtlich des gemessenen Merkmals geschlossen werden.

5.1.4. Mittelwerte und Mittelwertvergleiche

Nach der Darstellung der Häufigkeitsverteilungen und Streuungsmaße sollen nun die arithmetischen Mittel der einzelnen am Test beteiligten Gruppen verglichen werden. Die Tabelle 6 enthält die entsprechenden Werte. Sie sind zur Veranschaulichung mit Verteilungsangaben in der Abbildung 4 graphisch aufgetragen.

		arithm. Mittel ($\bar{X}$)
Hauptschüler	J	18,0
	M	15,4
	J/M	16,7
Realschüler	J	25,6
	M	20,9
	J/M	23,3
insgesamt		20,0

Tab. 6

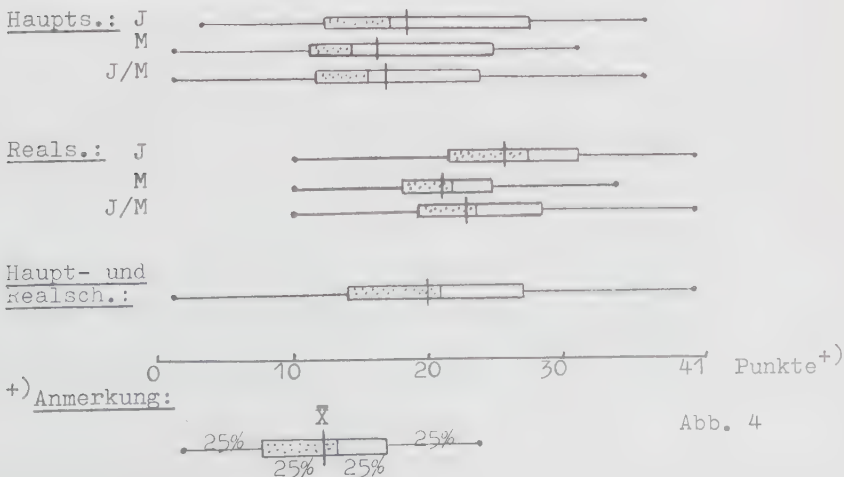
Es ist ersichtlich, daß das arithmetische Mittel der Gesamtstichprobe bei 20 Punkten liegt. Dies entspricht etwa der Hälfte der Höchstpunktzahl. (vgl. SCHLAAK, S.45) Beim Vergleich der Hauptschul- mit der Realschulgruppe wird deutlich, daß die Realschüler durchschnittlich eine um etwa 8 Punkte bessere Leistung erbrachten. In beiden Gruppen erzielten die Mädchen jeweils die geringere Punktzahl, wobei die Leistungsdifferenz zwischen den Geschlechtern in den Realschulen die der Hauptschulen überwiegt. Sowohl die Jungen

als auch die Mädchen der Realschulen erbrachten Resultate, die durchschnittlich über dem arithmetischen Mittel der Gesamtstichprobe liegen.

Für geringere Leistungen der Mädchen auf naturwissenschaftlichem Gebiet finden sich in der Literatur verschiedentlich Hinweise und Erklärungen: "Die Jungen schneiden etwas besser ab als die Mädchen. Dieser Trend hängt vermutlich von der Einstellung sowohl der Kinder als auch der Lehrer ab." (GÖKE - GAERTNER, S. 42) Hinsichtlich der Deutung naturwissenschaftlicher Vorgänge nimmt auch KNOLL geschlechtsspezifische Differenzen an, die sowohl in der Grund- als auch in der Hauptschule auftreten. Verantwortlich dafür können "Einflüsse der sozialen Verhältnisse und des Milieus" sein. Aber auch Anlagefaktoren schließt KNOLL nicht aus. (KNOLL, S. 84 f.) MOTHES wendet sich gegen die Konstatierung solcher geschlechtsgebundenen Differenzen: " das Mädchen (ist) für die Naturlehre genau so begabt und interessiert wie der Knabe " (MOTHES, S. 45) Diese Aussage ist jedoch nach den Befunden der vorliegenden Arbeit zu relativieren.

Die Abbildung 4 setzt, wie bereits angedeutet, die arithmetischen Mittel und Streuungswerte zueinander in Beziehung. Ihr

Arithmetische Mittel und Verteilungswerte



können folgende Informationen entnommen werden: Im Hauptschulbereich liegt das jeweilige arithmetische Mittel im 3. Quartil der Häufigkeitsverteilung, also oberhalb des Medians. Für die Realschulen ergeben sich arithmetische Mittel, die unterhalb des Medians liegen. Da das Verhältnis von Median und arithmetischem Mittel Ausdruck des Symmetriegrades der Rohwertverteilung ist und damit als Indiz für den Schwierigkeitsgrad des Testverfahrens in den Teilstichproben verwendet werden kann (CLAUSS - EBNER, S. 77), ergibt sich hinsichtlich der Hauptschulen eine Tendenz zu einem höheren, für die Realschulen eine Tendenz zu einem niedrigeren Schwierigkeitsniveau als es nach der klassischen Testtheorie optimal wäre. Der erarbeitete Test sollte seinem Anspruch nach für beide Schulzweige relevant sein, so daß ein akzeptabler Kompromiß bezüglich der Schwierigkeit des Tests feststellbar ist.

Ergänzend wurden die getesteten Haupt- und Realschulklassen entsprechend den erzielten arithmetischen Mitteln klassifiziert (Tabelle 7). Die Realschulklassen haben im allgemeinen

arithm. Mittel	Klassen der	
	Hauptschulen	Realschulen
11 - 15	6	-
16 - 20	4	2
21 - 25	1	6
26 - 30	1	4

Tab. 7

aber durchaus nicht immer bessere Leistungen als die Klassen der Hauptschulen erbracht. In beiden Schulzweigen sind zwischen den Klassen erhebliche Leistungsunterschiede zu beobachten. (FRICKE (2), S. 71)

Der Vergleich der arithmetischen Mittel erfolgte bisher lediglich auf dem deskriptiven Niveau. Um statistisch gesicherte Aussagen über Leistungsunterschiede vornehmen zu können, sind Signifikanztests notwendig. Liegen normalverteilte Daten vor, eignet sich für den Vergleich der Mittel-

werte der t - Test. (CLAUSS - EBNER, S. 184 ff.; MERKENS (1), S. 136 f.) Ist diese Bedingung nicht erfüllt, muß ein parameterfreies Verfahren gewählt werden. In diesem Fall bietet sich für das vorliegende Datenmaterial der KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test an. (CLAUSS - EBNER, S. 213 ff.; MERKENS (2), S. 198 ff. u. S. 233 ff.; KRIZ, S. 187 ff.) Die Voraussetzung der Normalverteilung wird über den Chi - Quadrat - Test (χ^2 - Test) geprüft. ^{+) Die Datengruppen, die die Realschule betreffen, müssen danach als normalverteilt angesehen werden. Auch in der Punkteverteilung der Jungen der Hauptschule kann die Hypothese vom Vorliegen einer Normalverteilung rein methodisch nicht zurückgewiesen werden; für die Mädchen der Hauptschule ist dies möglich. Hier ergibt sich ein auf dem 1%-Niveau signifikanter Unterschied. Auch die Gesamtverteilung folgt bei den Hauptschülern nicht der Normalverteilung (1%-Niveau). Die Prüfung der Gesamtstichprobe auf Normalverteilung erbrachte zwischen der empirischen und der theoretischen Verteilung ebenfalls eine auf dem 1%-Niveau signifikante Differenz.}

Die Prüfungen spiegeln in der Hauptschulgruppe die bereits angedeutete Heterogenität, die wahrscheinlich durch ein bestimmtes Persönlichkeitsmerkmal verursacht wird, wieder. Daß die Gesamtstichprobe der Normalverteilung nicht folgt,

^{+) Anmerkung: Aufgrund der Kleinheit der Stichproben für die Vier-Felder-Tests erfolgte die Prüfung auf Normalverteilung in Vier-Felder-Tafeln. Grundlage der Berechnung waren die Rohwertverteilung und die Tabellen 5 und 6. Es wurden folgende Chi-Quadrat-Werte ermittelt, die mit d.f. = 3 nach der Chi-Quadrat-Tabelle (McCOLLOUGH-ATTA, S. 377) zu beurteilen waren:}

Hauptschulen	J	6,69	(normalvert. Daten)
	M	28,60	
	J/M	38,40	
Realschulen	J	5,35	(normalvert. Daten)
	M	0,12	
	J/M	5,75	
insgesamt		22,99	

war aufgrund der heterogenen Zusammensetzung aus Haupt- und Realschülern zu erwarten. Diese Informationen gestatten nun eine Entscheidung hinsichtlich des zu verwendenden Signifikanztests bei der Überprüfung der Leistungsdifferenzen in den einzelnen Gruppen.

Beim Vergleich der Haupt- und Realschüler ist wegen der fehlenden Normalverteilung in einer Gruppe die Anwendung des KOLMOGOROV-SMIRNOV-Tests notwendig. Die größte Differenz der Funktionswerte beträgt $D = 0,443$. Dieser Wert läßt auf dem 0,1%-Niveau den Schluß zu, daß signifikant verschiedene Gruppen vorliegen. Es ergibt sich die Frage, ob dieser Unterschied geschlechtsspezifisch bedingt ist. Aus diesem Grunde wurden Signifikanztests zwischen den Jungen der Haupt- und Realschulen einerseits und den Mädchen der beiden Schulzweige andererseits durchgeführt. Beim Leistungsvergleich der Jungen war wegen gegebener Normalverteilung in beiden Gruppen der t-Test anwendbar. Da der F-Test (CLAUSS - EBNER, S. 190; WELLMÖFER, S. 112 f.) für die Varianzen Heterogenität ergab, war die Verwendung des t-Tests für ungleiche Varianzen notwendig. (CLAUSS - EBNER, S. 193 f.) Danach unterscheiden sich die Mittelwerte beider Gruppen auf dem 0,1%-Niveau. Zu einem vergleichbaren Resultat führt der Signifikanztest bei den Mädchengruppen. Wegen der Heterogenität in der Punkteverteilung der Mädchen der Hauptschule war die Verwendung des KOLMOGOROV-SMIRNOV-Tests geboten. Bei den Funktionswerten betrug die maximale Differenz $D = 0,459$, so daß auch hier von hochsignifikant verschiedenen Gruppen ausgegangen werden kann (0,1%-Niveau). Dadurch kann angenommen werden, daß Jungen und Mädchen gleichermaßen die Leistungsdifferenz zwischen den Schulzweigen konstituieren.

Weiterhin war zu fragen, ob sich die Jungen und Mädchen innerhalb ihrer Schulzweige signifikant bezüglich der Chemiekennntnisse unterscheiden. Beim Vergleich der Jungen und Mädchen der Hauptschulen mußte der KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test verwendet werden. Er begründet einen signifikanten Unter-

schied zwischen den Geschlechtern in der Hauptschule auf dem 5%-Niveau. ⁺⁾ Zu einem deutlicheren Ergebnis gelangt man bei den Realschulen. Wegen der normalverteilten Daten ist wieder der t-Test - in diesem Falle sogar für homogene Varianzen (F-Wert = 1,25) - einsetzbar. Er weist eine hochsignifikante Mittelwertdifferenz zwischen den Geschlechtern aus (0,1%-Niveau). Diese in der Aussagekraft differierenden Resultate sind sowohl aus den Häufigkeitspolygonen als auch aus den Mittelwerten erklärbar. Vergleicht man die Verteilungen in den Abbildungen 2 und 3, fällt die starke Übereinstimmung der Polygonzüge bei den Hauptschülern auf. Bei den Realschülern dagegen sind die Verteilungen deutlich versetzt. Daraus resultiert eine Mittelwertdifferenz, die im Vergleich zu den Hauptschulen fast doppelt so hoch ist und die ausgeprägtere Signifikanz verursacht. Da sich die Jungen der Hauptschulen gegenüber den Mädchen als signifikant leistungsstärker erwiesen, war zu prüfen, ob sie sich noch von den Mädchen der Realschulen unterscheiden, die signifikant schlechtere Leistungen als die Jungen dieses Schulzweigs erbrachten. Der t-Test für ungleiche Varianzen führte auch hier zu einer auf dem 0,1%-Niveau signifikanten Mittelwertdifferenz. Dieses Resultat weist die Leistungsunterschiede, die sich zwischen den Schulzweigen im Fach Chemie ausbilden, als recht stabil aus. Die Resultate der Signifikanzprüfungen sind in der Tabelle 8 zusammengestellt.

Es ist zu berücksichtigen, daß sich die hier getroffenen Aussagen auf Gruppenvergleiche beziehen. Der weite Überlappungsbereich, der sich bei den individuellen Schülerleistungen zeigt, wird dadurch in seiner Bedeutung nicht geschmälert.

Um zu prüfen, ob sich die Leistungsunterschiede in bestimmten Kenntnisbereichen manifestieren, werden in den folgenden

⁺⁾ Anmerkung: Die Überprüfung mit dem χ^2 - Test führte zu einer eben noch auf dem 5%-Niveau signifikanten Differenz (Chi-Quadrat-Wert = 9,74 ; d.f. = 4). Um den Bedingungen des Signifikanztests zu genügen, wurden die Häufigkeiten der Tabelle 2 so klassifiziert, daß 5 Klassen mit einem Bereich von jeweils 8 Punkten vorhanden waren.

Zusammenstellung der Signifikanzprüfungen

Gruppenvergleich	angewandter Signifikanztest	Funktionswerte, Freiheitsgrade (d.f.)	Signifikanzniveau
Hauptschüler - Realschüler	KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test	$D = 0,115$	0,1%
Jungen: Hauptschüler - Realschüler	F - Test, t - Test für ungleiche Varianzen	$F = 1,68$ $d.f. = 154/155$ $t = 9,27$ $d.f. = 296$	0,1%
Mädchen: Hauptschüler - Realschüler	KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test	$D = 0,459$	0,1%
Hauptschüler: Jungen - Mädchen	KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test χ^2 - Test	$D_2 = 0,162$ $\chi^2 = 9,74$ $d.f. = 4$	5% 5%
Realschüler: Jungen - Mädchen	F - Test t - Test für gleiche Varianzen	$F = 1,25$ $d.f. = 153/149$ $t = 6,81$ $d.f. = 302$	0,1%
Jungen der Hauptschule - Mädchen der Realschule	F - Test t - Test für ungleiche Varianzen	$F = 1,81$ $d.f. = 154/149$ $t = 5,63$ $d.f. = 273$	0,1%

Tab. 8

Abschnitten die Resultate der Subtests besprochen. Informationen über den Wissensstand im Fach Chemie liefern auch die einzelnen Testitems. Die sich dort ergebenden Resultate werden ebenfalls dargestellt. Für Signifikanzprüfungen in den Subtests wird wegen methodischer Probleme bei der Prüfung auf das Vorliegen normalverteilter Daten der Test nach KOLMOGOROV - SMIRNOV verwendet, bei den einzelnen Testitems der χ^2 - Test. Die Ergebnisse aus Signifikanzprüfungen in Subtests und Testitems sind im Anhang zusammengefaßt.

2.1.5. Resultate der Subtests und Testitems

2.1.5.1. Subtest I: Arbeitsgeräte, Arbeitstechniken, Unfallverhütung

Der Subtest I setzt sich aus den Items 1 bis 7 zusammen. In ihm soll überprüft werden, ob die Schüler im Chemieunterricht häufig benutzte Geräte richtig bezeichnen und ihre Verwendung angeben können (Items 1 und 2). Die 3. Aufgabe beschäftigt sich mit dem Ablesen eines Meßgefäßes. Sie enthält zwei Probleme: Es ist darauf zu achten, daß die Skala absteigend verläuft und daß am unteren Meniskus abzulesen ist. Erfahrungsgemäß bereitet Schülern das Ablesen solcher Gefäße (z.B. Meßzylinder) Schwierigkeiten. Die Items 4 bis 7 setzen sich mit elementaren Fragen der Unfallverhütung auseinander. Kriterien für die Auswahl dieser Iteminhalte aus der Fülle der Unfallverhütungsvorschriften waren vor allem die Wichtigkeit ihrer Kenntnis für den Chemieunterricht und die Lebensnähe (z.B. Herstellen von Schwefelsäure bestimmter Konzentration für die Autobatterie, Verwahrung von Chemikalien im Haushalt).

Die absoluten und prozentualen Häufigkeitsverteilungen für die von den Schülern im Subtest I erzielten Punkte sind aus der Tabelle 9 ersichtlich. Für die einzelnen Gruppen sind dort auch die arithmetischen Mittel zusammengetragen. Die Durchschnittswerte der Haupt- und Realschulgruppe unterscheiden sich kaum; für die Häufigkeitsverteilungen beider Gruppen ergibt sich nach dem KOINTEGRATION-TEST keine Signifikanz. Dagegen erbrachten die Mädchen sowohl in den Haupt- als auch Realschulen gegenüber den Jungen wesentlich schlechtere Leistungen, doch läßt sich nur bei den Realschülern eine auf dem 0,1% - Niveau signifikante Differenz ermitteln. Bemerkenswert ist auch, daß die Mädchen der Realschulen einen geringeren Mittelwert erreichten als die der Hauptschule. Allerdings läßt sich in den Verteilungen keine Signifikanz feststellen. Zu diesem Resultat gelangt man

Auswertung des Subtests I

Punktzahl	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
0	2	1	3	1	-	1	4
1	4	13	17	1	6	7	24
2	25	30	55	13	33	46	101
3	36	34	70	33	43	76	146
4	27	28	55	36	37	73	128
5	25	19	44	30	21	51	95
6	24	18	42	25	9	34	76
7	12	4	16	15	1	16	32
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
0	1,3	0,7	1,0	0,7	-	0,3	0,7
1	2,6	8,9	5,6	0,7	4,0	2,3	3,9
2	16,1	20,4	18,2	8,4	22,0	15,1	16,7
3	23,2	23,1	23,2	21,4	28,7	25,0	24,1
4	17,4	19,1	18,2	23,4	24,7	24,0	21,1
5	16,1	12,9	14,6	19,5	14,0	16,8	15,7
6	15,5	12,2	13,9	16,2	6,0	11,2	12,5
7	7,8	2,7	5,3	9,7	0,6	5,3	5,3
<u>3. Mittelw.:</u>							
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
$\bar{X} =$	4,0	3,5	3,8	4,4	3,4	3,9	3,9

Tab. 9

trotz nicht unerheblicher Mittelwertdifferenzen auch beim Vergleich der Leistungen der Jungen der Realschulen gegenüber den Ergebnissen der Hauptschüler.

Sieht man von geschlechtsspezifischen Differenzen in der Realschule ab, erbringt der Subtest I für die Absolventen der Haupt- und Realschulen gleichwertige Leistungen. Dies ist ein ermutigendes Resultat, das sich vermutlich aus verstärkten Bemühungen um Experimentalunterricht im Hauptschulbereich erklären läßt (vgl. 5.2.2.). Als weniger

zufriedenstellend muß dagegen die von der Gesamtstichprobe erzielte Durchschnittspunktzahl bezeichnet werden. Sie liegt mit 3,9 Punkten nur knapp oberhalb der Hälfte der im Subtest I erreichbaren Punktzahl.

Es sollen nun die einzelnen Items des Subtests I analysiert werden. (vgl. CROMBACH, S. 54) Das erste Item war als Zuordnungsaufgabe formuliert und diente der Feststellung, ob die Schüler in der Lage sind, wichtige Arbeitsgeräte der Chemie richtig zu benennen. (vgl. LINDENBLATT, S. 1 - 4) Um die Ratewahrscheinlichkeit zu vermindern und die Teilauf-

Auswertung der Aufgabe 1

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
(richtige Bezeichnungen)							
Becherglas	152	144	296	153	150	303	599
Standzylinder	87	74	161	99	78	177	338
Erlenmeyerkolben	91	73	164	110	66	176	340
Waschflasche	59	46	105	68	43	111	216
Bürette	39	33	72	46	25	71	143
Kolbenprober	81	77	158	119	75	194	352
mindestens vier							
Geräte richtig:	55	44	99	101	63	164	325

2. Prozentuale Häufigkeiten:

(richtige Bezeichnungen)

Becherglas	98,1	98,0	98,0	99,4	100,0	99,7	98,8
Standzylinder	56,1	50,3	53,3	64,3	52,0	58,2	55,3
Erlenmeyerkolben	58,7	49,7	54,3	71,4	44,0	57,9	56,1
Waschflasche	38,1	31,3	34,8	44,2	28,7	36,5	35,3
Bürette	25,2	22,5	23,8	29,9	16,7	23,4	23,6
Kolbenprober							
mindestens vier							
Geräte richtig:							

gaben nicht zu leicht werden zu lassen, wurden mehr Geräte zeichnerisch dargeboten als vorgegebenen Bezeichnungen zuzuordnen waren. (DUBS - DELHEES - METZGER, S. 46 f.)³⁾ Die Tabelle 10 gibt die Resultate dieses Items wieder. Daraus ist ersichtlich, daß sich für alle Gruppen beim Becherglas die geringsten Zuordnungsschwierigkeiten ergaben. Alle anderen Geräte wurden weit schlechter zugeordnet. Auf etwa gleicher Schwierigkeitsstufe stehen Standzylinder, Erlenmeyerkolben und Kolbenprober. Eine genauere Analyse der Lösungen zeigt, daß die Schüler beider Schulzweige dazu neigten, Erlenmeyerkolben und Meßzylinder als Standzylinder zu bezeichnen. Etwa 35 % verwechselten diese Geräte. 20 % der Schüler ordneten den Stehkolben der Bezeichnung "Erlenmeyerkolben" zu. Wesentlich weniger einheitlich gestaltet sich die Fehleranalyse beim Kolbenprober. In den fehlerhaften Bezeichnungen wurde er zwar überwiegend mit Waschflasche und Pipette verwechselt, aber es erfolgten auch nennenswerte Zuordnungen zur Bürette und zum Stehkolben. Die größten Schwierigkeiten hatten die Schüler bei der Identifizierung der Waschflasche und der Bürette. Die Waschflasche wurde in den falschen Nennungen überwiegend mit der Spritzflasche, die Bürette mit der Pipette verwechselt. Diese Fehler wurden von den Absolventen beider Schulzweige in etwa gleichem Maße begangen. Betrachtet man die Testaufgabe unter dem Aspekt, wieviele der getesteten Schüler dem Kriterium der Punktevergabe genügten, findet man zwischen verschiedenen Gruppen signifikante Differenzen: Die Realschüler erbrachten gegenüber den Hauptschülern auf dem 0,1% - Niveau bessere Leistungen. Ihr Kenntnisvorsprung beruht im wesentlichen auf den guten Resultaten, die die Jungen erzielten. Sie setzen sich damit hochsignifikant sowohl gegen die Jungen der Hauptschulen als auch gegen die Mädchen der Realschulen ab (0,1% - Niveau). Dieses Resultat befindet sich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Aufgabe 2, die nicht die reine Benennung, sondern die Funktion von Arbeitsgeräten zum Gegenstand hatte. Daraus

Auswertung der Aufgabe 2

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
(richtige Verwendung)							
Destillieren	67	34	101	108	52	160	261
Titrieren	37	26	63	75	53	128	191
Reinigen	70	50	120	90	61	151	271
Abtrennen	45	39	84	64	30	94	178
mindestens drei Teilantworten richtig:	45	21	66	60	35	95	161

2. Prozentuale Häufigkeiten:

(richtige Verwendung)

Destillieren	43,2	23,1	33,4	70,1	34,7	52,6	43,1
Titrieren	23,9	17,7	20,9	48,7	35,3	42,1	31,5
Reinigen	45,2	34,0	39,7	58,4	40,7	49,7	44,7
Abtrennen	29,0	26,5	27,8	41,6	20,0	30,9	28,4
mindestens drei Teilantworten richtig:	29,0	14,3	21,9	39,0	23,3	31,3	26,6

Tab. 11

resultiert ein höheres Schwierigkeitsniveau, das in der geringeren Zahl einwandfreier Lösungen ihren Niederschlag findet (Tabelle 11). Zwar schnitten auch hier wieder die Jungen der Realschulen am besten ab, doch zeigen sich bei ihnen wie in den anderen Gruppen erhebliche Schwierigkeiten bei der Identifizierung der Geräte, die zum Titrieren (Bürette) und zum Trennen zweier miteinander nicht mischbarer Flüssigkeiten (Scheidetrichter) verwendet werden. Es ist zu vermuten, daß die Schüler den Scheidetrichter eher in der Funktion des Einleitens einer Flüssigkeit in ein Reaktionsgefäß kennen. In Übereinstimmung mit der ersten Testaufgabe ergibt sich, daß die Bürette weitgehend unbekannt ist. Daraus kann geschlossen werden, daß im Chemieunterricht relativ selten maßanalytisch gearbeitet wird. Den Schülern

wird damit eine auch heute noch typische Arbeitstechnik der Chemie nicht oder nicht hinreichend vermittelt.

Das Gesamtergebnis der Aufgabe 2 kann nicht befriedigen. Es weist besonders bei den Hauptschülern auf große Kenntnislücken hin und zwingt zu der Forderung, experimentelle Fragestellungen zum Problem der Schüler werden zu lassen und gemeinsam mit ihnen auch kompliziertere Versuchsaufbauten zu planen. (WASHTON, S. 55 ff.; CARIN - SUND, S. 53 f.) Daß dem eine hohe Schülerfrequenz und mangelhafte Ausstattungen der Schulen entgegenstehen können, soll nicht unerwähnt bleiben.

Das Testitem 3 stellte den Schülern die Aufgabe, eine Flüssigkeitsmenge in einem Maßgefäß zu bestimmen. Die Resultate, die in der Tabelle 12 dargestellt sind, zeigen zunächst, daß

Auswertung der Aufgabe 3

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
richtige Antw.	87	68	155	106	77	183	338
falsche "	68	77	145	48	73	121	266
keine "	0	2	2	0	0	0	2
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	56,1	46,2	51,3	68,8	51,3	60,2	55,3
falsche "	43,9	52,4	48,0	31,2	48,7	39,8	43,9
keine "	0	1,4	0,7	0	0	0	0,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 12

die Realschüler eine bessere Leistung erbrachten als die Hauptschulabsolventen. Die Differenz ist auf dem 5% - Niveau signifikant. In beiden Gruppen konnten die Jungen gegenüber den Mädchen die besseren Resultate erzielen. Sie sind jedoch nur bei den Realschülern signifikant (1% - Niveau).

Bemerkenswert ist die hohe Zahl der falschen Lösungen. Während Fehler relativ selten auftraten, die auf die absteigende Graduierung der Meßskala zurückzuführen sind, häuften sich falsche Lösungen durch das Ablesen des oberen Meniskus des Flüssigkeitsstandes. Im allgemeinen sind solche Ablesefehler im Chemieunterricht von untergeordneter Bedeutung und werden vom Lehrer kaum bemerkt. Wird jedoch quantitativ gearbeitet, können sie zu erheblichen Ungenauigkeiten führen. Aus diesem Grunde und weil der Chemieunterricht den Anspruch erhebt, einen Einblick in grundlegende Arbeitstechniken der Chemie zu vermitteln (SCHMIDT, M., S. 44), sollte das Messen von Flüssigkeiten mehr Aufmerksamkeit finden. (vgl. KRUHMKE - KRAMER, S. 92 f.) Die Tatsache, daß nur wenig mehr als die Hälfte der getesteten Schüler (55,8 %) nach drei- bzw. vierjährigem Chemieunterricht die Aufgabe richtig lösen konnte, unterstützt diese Forderung.

In der folgenden Aufgabe sollten die Schüler darüber Auskunft geben, wie der Geruch einer unbekannten Substanz zu bestimmen ist. Die richtige Lösung wurde von 87,1 % der Schüler (Tabelle 13) gefunden - ein möglicher Hinweis darauf,

Auswertung der Aufgabe 4

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	131	112	243	143	142	285	528
falsche "	22	29	51	11	7	18	69
keine "	2	6	8	0	1	1	9
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	84,5	76,2	80,5	92,9	94,6	93,8	87,1
falsche "	14,2	19,7	16,9	7,1	4,7	5,9	11,4
keine "	1,3	4,1	2,6	0	0,7	0,3	1,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 13

daß diese Arbeitstechnik besonders häufig geübt wurde. Dies ist leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß zahlreiche Experimente in offenen Gefäßen durchgeführt werden und Geruchsproben einschließen. Zwar erbringen auch hier die Realschüler signifikant bessere Resultate (0,1,6 - Niveau), doch kann man auch die Leistungen der Hauptschüler als zufriedenstellend bezeichnen. In beiden Gruppen ergeben sich keine signifikanten Differenzen zwischen den Geschlechtern.

Hauptschüler, die eine falsche Lösung auswählten, kreuzten besonders häufig die vierte Auswahlantwort an, in der der Vorschlag gemacht wurde, die unbekannte Substanz vor der Geruchsprobe zu erhitzen. Die Realschüler mit falschen Antworten entschieden sich überwiegend für das direkte Riechen an der Reagenzglasöffnung, einem Verhalten, das immer wieder im Chemieunterricht zu beobachten ist und wegen einer eventuellen Schädigung der Atmungsorgane unterbunden werden muß.

Das Item 5 beschäftigt sich mit dem Erhitzen einer Flüssigkeit im Reagenzglas und dem Verhindern des dabei möglichen

Auswertung der Aufgabe 5

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
richtige Antw.	76	75	151	81	56	137	288
falsche "	68	65	133	71	89	160	293
keine "	11	7	18	2	5	7	25
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	49,0	51,0	50,0	52,6	37,3	45,1	47,5
falsche "	43,9	44,2	44,0	46,1	59,3	52,6	48,4
keine "	7,1	4,8	6,0	1,3	3,4	2,3	4,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 14

Siedeverzugs. Entsprechende Experimente treten im Chemieunterricht relativ häufig als Freihandversuche auf (z.B. Experimente mit Fehlingscher Lösung). Die Schüler sollten daher wissen, daß eine Flüssigkeit beim Erhitzen zum Siedeverzug und damit zum Verspritzen neigt, wenn das Gefäß nicht ständig geschüttelt wird. Auf die Verwendung von Siedesteinchen soll hier nicht eingegangen werden. Die Resultate der Aufgabe sind in der Tabelle 14 dargestellt. Sie zeigen eine leichte aber nicht signifikante Überlegenheit der Hauptschüler gegenüber den Realschulabsolventen, die durch das gute Abschneiden der Mädchengruppe (51,0 % richtige Lösungen) begründet wird. Bei den Realschülern ergeben sich Leistungsdifferenzen zwischen den Geschlechtern auf dem 1%-Niveau. Zu bemängeln ist, daß lediglich 47,5% der Gesamtstichprobe die richtige Lösung fanden. Man kann jedoch davon ausgehen, daß die Schüler diese Arbeitstechnik zumindest in Demonstrationsexperimenten beobachten konnten. Die Wahl der Distraktoren zeigt die Schwierigkeiten, die die Schüler bei der Erklärung dieser Technik haben. Etwa ein Fünftel der Gesamtstichprobe vertrat die Ansicht, das Reagenzglas werde geschüttelt, um ein Schmelzen des oberen Reagenzglasteils zu verhindern. Diese Meinung wurde von Haupt- und Realschülern zu etwa gleichen Anteilen geäußert. Weitere 20 % meinten, man könne auf diese Weise die Entzündung austretender Dämpfe verhindern, ein eventuell folgenschwerer Trugschluß.

Das Ergebnis der Aufgabe zeigt, daß auch die dem Chemielehrer selbstverständlichen Arbeitsverfahren einer ausführlichen Erläuterung bedürfen. Die Demonstration eines Siedeverzugs im Reagenzglas kann den Schülern das Problem sehr eindringlich vor Augen führen und ihre Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft in die richtigen Bahnen lenken. Für die Unfallverhütung wäre dadurch mehr getan als mit unanschaulichen Erklärungen.

Ein weiterer wichtiger Punkt im Bereich der Unfallverhütung betrifft das Verdünnen von Säuren, insbesondere von Schwefelsäure. Die Resultate des Items 6, in dem dieses Problem behandelt wird, können der Tabelle 15 entnommen werden. Auch hier erzielten die Hauptschüler die besseren

Auswertung der Aufgabe 6

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	105	82	187	96	70	166	353
falsche "	43	58	101	55	76	131	232
keine "	7	7	14	3	4	7	21
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	57,8	55,2	51,2	51,7	46,7	54,5	58,1
falsche "	27,7	39,4	33,5	35,4	50,6	43,4	38,4
keine "	4,5	4,8	4,6	1,9	2,7	2,2	3,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 15

Leistungen, doch läßt sich eine Signifikanz nicht ermitteln. Dagegen ergeben sich in beiden Gruppen zwischen den Geschlechtern signifikante Differenzen. Das von der Gesamtstichprobe erreichte Ergebnis von 58,1 richtigen Lösungen muß als unbefriedigend bezeichnet werden. Bei der Analyse der Distraktorenauswahl ergab sich, daß die Realschüler den ersten Distraktor bevorzugten: Mehr als 20% von ihnen waren bereit, Wasser tropfenweise in konzentrierte Schwefelsäure zu geben. Sie würden damit ebenso folgenschwere Reaktionen auslösen wie jene 7%, die keine Bedenken haben, Wasser rasch in die Säure einzutragen (2. Alternative). Die Hauptschüler wählten die erste Auswahlantwort nur zu 14%. Ihr Interesse galt in etwa gleichem Maße dem vierten Lösungsangebot (gleichzeitiges Zusammengeben von Wasser und Säure), 6% entschieden sich für die zweite Alternative. Da mehr als 40% der befragten Schüler keine oder falsche

Antworten geliefert haben, ist auch hier die Forderung nach verstärkten Hinweisen auf Unfallverhütungsmaßnahmen im Chemieunterricht zu erheben. (SCHMIDT, M., S. 42)

Das letzte Testitem des ersten Subtests hat die Verwahrung von Chemikalien - in diesem Falle Salzsäure - zum Gegenstand. Es sollte ermittelt werden, ob die Schüler aus drei vorgegebenen Beispielen die falsche Verwahrung (Salzsäure befindet sich in einer Bierflasche) identifizieren können. In leicht abgewandelter Form läßt sich die Verwahrung gefährlicher Substanzen nur allzuoft im Haushalt beobachten. Die Aufgabe zeichnet sich daher durch außerordentliche Lebensnähe aus. (FLÖRKE, S. 5, S. 16) Fast drei Viertel der befragten Schüler konnten die Aufgabe richtig lösen (Tabelle 16). Die Werte der Teilgruppen liegen so dicht

Auswertung der Aufgabe 7

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	120	105	225	111	101	212	437
falsche "	33	40	73	42	48	90	163
keine "	2	2	4	1	1	2	6
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	77,4	71,4	74,5	72,1	67,3	69,7	72,1
falsche "	21,3	27,2	24,2	27,3	32,0	29,6	26,9
keine "	1,3	1,4	1,3	0,6	0,7	0,7	1,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 16

beieinander, daß sich weder zwischen den Haupt- und Realschülern noch zwischen Jungen und Mädchen signifikante Leistungsunterschiede ergeben. Das günstigere Abschneiden der Hauptschüler gegenüber den Realschülern muß deshalb als zufällig betrachtet werden. Trotz des guten Gesamtergebnisses darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß zahlreiche Schüler keinen Anstoß an der Verwahrung der Salzsäure in einer Bier-

flasche nehmen. Etwa 12% der Haupt- und Realschüler meinten, durch die Beschriftung der Flaschen sei hinreichende Sorgfalt aufgewendet (Alternative 1). Die große Menge in der Flasche 3 wurde von 9% der Haupt- und 13% der Realschüler bemängelt (Alternative 3). Der zweite Lösungsvorschlag war dagegen weniger attraktiv. Er wurde von nur etwa 3% der Schüler gewählt.

Betrachtet man den Subtest I in seiner Gesamtheit, wird deutlich, daß der Chemieunterricht stärker als bisher auf Arbeitstechniken und Unfallverhütungsvorschriften eingehen sollte. Verbale Hinweise allein helfen nicht, sie sollten - so weit möglich - verbunden werden mit der Demonstration eventueller Folgen beim Nichtbeachten dieser Vorschriften. Hinsichtlich der Bezeichnung und Verwendung chemischer Arbeitsgeräte wäre eine stärkere Beteiligung der Schüler an der Planung und Zusammenstellung von Experimentieraufbauten wünschenswert.

5.1.5.2. Subtest II: Chemische Elementarkenntnisse

In den sechs Items (8 - 13) des zweiten Subtests geht es um die Erfassung einiger chemischer Grundkenntnisse. Die Aufgaben beschäftigen sich mit dem Begriff der chemischen Veränderung und überprüfen Kenntnisse hinsichtlich der Fachtermini Verbindung, Element und Oxid. Im abschließenden Item wird die Frage nach der Zusammensetzung der Luft aufgeworfen. Dieser Überblick zeigt, daß es sich um Wissensgebiete handelt, die bei Haupt- und Realschülern jederzeit verfügbar sein müssen, wenn der Chemieunterricht erfolgreich sein soll. Es waren sechs Punkte erreichbar. Die in den einzelnen Gruppen erzielten Häufigkeitsverteilungen und arithmetischen Mittel sind in der Tabelle 17 zusammengestellt. Für die Gesamtstichprobe ergibt sich ein arithmetisches Mittel von 3,2 Punkten. Unter Berücksichtigung der zuvor erwähnten Bedeutung dieses Themenbereichs für das Verständnis der Chemie muß der erzielte Durchschnittswert als ent-

Auswertung des Subtests II

Punktzahl	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
0	10	20	30	2	6	8	38
1	26	32	58	5	17	22	80
2	33	38	71	17	30	47	118
3	28	25	53	24	31	55	108
4	23	18	41	27	33	60	101
5	24	13	37	42	23	65	102
6	11	1	12	37	10	47	59
	155	147	302	154	150	304	603
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
0	6,4	13,6	9,9	1,3	4,0	2,6	6,3
1	16,8	21,8	19,2	3,3	11,3	7,2	13,2
2	21,3	25,9	23,5	11,0	20,0	15,5	19,5
3	18,1	17,0	17,6	15,6	20,7	18,1	17,8
4	14,8	12,2	13,6	17,5	22,0	19,7	16,7
5	15,5	8,8	12,2	27,3	15,3	21,4	15,8
6	7,1	0,7	4,0	24,0	6,7	15,5	9,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<u>3. Mittelw.:</u>							
$\bar{X} =$	2,9	2,2	2,6	4,2	3,2	3,7	3,2

Tab. 17

schieden zu niedrig bezeichnet werden. Dies gilt insbesondere für die Mädchengruppe der Hauptschüler. Die arithmetischen Mittel der Haupt- und Realschüler differieren um 1,1 Punkte. Die Häufigkeitsverteilungen beider Gruppen unterscheiden sich hochsignifikant und weisen die erhebliche Überlegenheit der Realschüler auf diesem Gebiet nach. Innerhalb der Schulzweige ergeben sich wesentliche Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern: Die Jungen sind jeweils signifikant leistungsstärker. Im Gegensatz zur Gesamtauswertung des Subtests I markieren sich hier also Unterschiede erheblich

deutlicher und decken sich in der Tendenz mit dem Resultat des gesamten Testverfahrens. Es ist anzunehmen, daß die Differenzen, die in den Ergebnissen der beiden Subtests sichtbar sind, auf deren unterschiedliches Abstraktionsniveau zurückgeführt werden können: Während sich bei den sehr praxisorientierten Aufgaben insgesamt nur mäßige Unterschiede zwischen den Schulzweigen ergeben, steigt für die Schüler der Hauptschule bei abstrakteren Fragen das Schwierigkeitsniveau rascher als bei den Realschülern.

Die Beschäftigung mit der chemischen Veränderung stellt eine der Hauptaufgaben der Chemie dar. Es sollte daher Absolventen der 10. Klasse beider Schulzweige gelingen, chemische Vorgänge von physikalischen zu unterscheiden. Das Item 8 hatte die Aufgabe, diese Fähigkeit zu überprüfen. Als Distraktoren wurden rein physikalische Vorgänge verwendet. Die richtige Lösung - eine chemische Veränderung ist gekennzeichnet durch eine dauernde Stoffveränderung - wurde von 53% der getesteten Schüler gefunden (Tabelle 18). Die Realschüler lösten die Aufgabe signifikant häufiger richtig (63,2%) als die Hauptschüler (42,7%). In beiden Gruppen waren die Jungen den

Auswertung der Aufgabe 8

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	84	45	129	110	82	192	321
falsche "	66	96	162	41	67	108	270
keine "	5	6	11	3	1	4	15
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	54,2	30,6	42,7	71,4	54,7	63,2	53,0
falsche "	42,6	65,3	53,7	26,6	44,7	35,5	44,5
keine "	3,2	4,1	3,5	2,0	0,6	1,3	2,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 18

Mädchen überlegen. Die Fehleranalyse zeigt, daß die Schüler alle Distraktoren für mögliche Lösungen hielten. Zwar können Farbveränderungen, Temperaturerhöhungen und Änderung des Aggregatzustands die Folge einer chemischen Reaktion sein bzw. mit ihr einhergehen, doch sind diese Änderungen nicht zwingend. Richtig ist daher nur die allgemeinere Aussage, daß bei chemischen Reaktionen ein Stoff eine dauernde Veränderung erfährt. Diese Überlegung konnten zahlreiche Schüler nicht nachvollziehen, und es ist zu befürchten, daß ein hoher Prozentsatz von ihnen nicht in der Lage ist, physikalische und chemische Vorgänge hinreichend zu unterscheiden. Daher kann das Resultat dieser Aufgabe nicht befriedigen.

In die gleiche Richtung zielte die Aufgabe 9, in der es um die Eigenschaften eines Stoffes geht, der durch die Reaktion zweier bekannter Elemente entsteht. Die Schüler sollten von den Eigenschaften der Elemente auf die Eigenschaften des neuen Stoffes schließen. Daß dies nicht möglich ist, erkannten nur 39,6% der befragten Schüler. Auch hier zeigten sich die Realschüler weit überlegen. Die große Unsicherheit der Hauptschüler kommt vor allem im erheblichen Anteil der Antwortlücken zum Ausdruck: Fast ein Drittel von ihnen beantwortete die Aufgabe 9

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	59	36	95	83	62	145	240
falsche "	49	58	107	64	75	139	246
keine "	47	53	100	7	13	20	120
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	38,1	24,5	31,5	53,9	41,3	47,7	39,6
falsche "	31,6	39,5	35,4	41,6	50,0	45,7	40,6
keine "	30,3	36,0	33,1	4,5	8,7	6,6	19,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 19

wortete die Frage nicht. Die Realschüler dagegen leisteten sich mehr Falschantworten. Die Distraktoren der Aufgabe zeichnen sich durch einen etwa gleich hohen Grad an Attraktivität aus. Nicht weniger als 35 % der Hauptschüler und 45 % der Realschüler gehen also davon aus, daß die Eigenschaften eines durch eine chemische Verbindung neu entstandenen Stoffes aus den Eigenschaften der Ursprungsstoffe erschlossen werden können. Solche Schlußfolgerungen am Ende eines mindestens dreijährigen Chemielehrgangs lassen erhebliche Zweifel an dessen Effektivität aufkommen.

Die Aufgaben 8 und 9, die an einen Wesenszug der Chemie heranzuführen, demonstrieren deutlich, daß es in beiden Schülergruppen an wesentlichen Grundkenntnissen mangelt. Dafür kann der hohe Abstraktionsgrad, der bei diesen Fragestellungen eine Rolle spielt, ebenso verantwortlich sein wie eine nicht hinreichende Erörterung der entsprechenden Probleme im Unterricht.

Die Aufgaben 10 und 11 befassen sich mit den chemischen Grundbegriffen Verbindung und Element. Im Item 10 sind vier Stoffe vorgegeben, unter denen sich eine Verbindung (= Wasser) befindet. Die richtige Lösung fanden wiederum

Auswertung der Aufgabe 10

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	88	68	156	115	76	191	347
falsche "	61	75	136	39	74	113	249
keine "	6	4	10	0	0	0	10
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	56,8	46,3	51,7	74,7	50,7	62,8	57,3
falsche "	39,3	51,0	45,0	25,3	49,3	37,2	41,1
keine "	3,9	2,7	3,3	0	0	0	1,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 20

signifikant mehr Real- als Hauptschüler (1/3 - Niveau). Während die Ergebnisse bei den Jungen der Realschulen als zufriedenstellend bezeichnet werden können, zeigt sich bei allen anderen Teilgruppen ein hoher Anteil falscher Lösungen. Er konzentriert sich im wesentlichen auf den ersten Distraktor, der Luft als eine chemische Verbindung anbietet. Etwa je ein Fünftel der Haupt- und Realschüler kreuzten diese Alternative an. Die Kenntnismängel, die in dieser Entscheidung zum Ausdruck kommen, sollten mit Anlaß sein für grundlegende Überlegungen zur Umstrukturierung gegenwärtig üblichen Chemieunterrichts. Dagegen sind die Fehler der restlichen Schüler, die Kupferpulver oder Aluminiumspäne als chemische Verbindung ansahen, fast verzeihlich.

Im Item 11 war aus vier vorgegebenen Substanzen das chemische Element herauszufinden. Die Auswertung zeigt, daß dies knapp der Hälfte der Schüler gelungen ist (Tabelle 21). Auch hier

Auswertung der Aufgabe 11

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	66	53	119	114	51	175	294
falsche "	74	76	150	34	78	112	262
keine "	15	18	33	6	11	17	50
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	42,6	36,1	39,4	74,0	40,7	57,6	48,5
falsche "	47,7	51,7	49,7	22,1	52,0	35,8	43,2
keine "	9,7	12,2	10,9	3,9	7,3	5,6	8,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 21

konnten die Realschüler signifikant bessere Leistungen erbringen, doch ist dies - wie in der Aufgabe 10 - allein der Jungengruppe zu verdanken. Die Leistungsdiifferenzen zwischen den Geschlechtern entsprechen der bisher beobachteten Tendenz, die Falschantworten verteilen sich etwa gleichmäßig auf die vorgegebenen Distraktoren.

In beiden Testitems kommt die Unsicherheit zum Ausdruck, mit der Haupt- und Realschüler (hier vor allem die Mädchen) bei der Verwendung solcher zentraler Begriffe wie Verbindung und Element zu kämpfen haben. Ähnliches läßt sich bei der Aufgabe 12 feststellen, in der die Definition des Begriffs Oxid erfragt wird. 51 % der befragten Schüler konnten die Aufgabe richtig lösen. Der Anteil richtiger Lösungen liegt bei den Realschülern gegenüber den Hauptschülern erneut signifikant höher. Dagegen ergeben sich prüfstatistisch ge-

Auswertung der Aufgabe 12

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	63	49	112	107	90	197	309
falsche "	80	71	151	46	54	100	251
keine "	12	27	39	1	6	7	46
	155	147	302	154	150	304	605
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	40,6	33,3	37,1	69,5	60,0	64,8	51,0
falsche "	51,6	48,3	50,0	29,9	36,0	32,9	41,4
keine "	7,7	18,4	12,9	0,6	4,0	2,3	7,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 22

sehen innerhalb dieser beiden Gruppen keine geschlechtsspezifischen Differenzen. Etwa ein Fünftel der Schüler beider Schulzweige vertrat die Ansicht, jede Verbindung, die Sauerstoff enthält, sei ein Oxid. Der Rest der Falschantworten verteilt sich zu etwa gleichen Anteilen auf die übrigen beiden Distraktoren, in denen der Begriff Oxid mit dem Element Wasserstoff in Verbindung gebracht wird. Auch diese Testaufgabe weist die erheblichen Mängel nach, die insbesondere Absolventen der Hauptschulen in ihren chemischen Basiskenntnissen aufweisen. Es muß davon ausgegangen werden, daß speziell in dieser Gruppe weitere im Chemieunterricht häufig verwendete Grundbegriffe wie Synthese, Reduktion,

Elektron, Ion, Molekül etc. nur in geringem Maße verfügbar sind.

Die letzte Aufgabe dieses Subtests (Item 13) hat die Zusammensetzung der Luft zum Gegenstand. Es sollte anzunehmen sein, daß der Beantwortung in beiden Schulzweigen keine Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Auswertung der Aufgabe (Tabelle 23) zeigt jedoch, daß dies keineswegs der Fall ist: Nur etwa zwei Drittel der Gesamtstichprobe konnten die Auf-

Auswertung der Aufgabe 13

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	94	75	169	122	106	228	397
falsche "	58	69	127	32	41	73	200
keine "	3	3	6	0	3	3	9
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	60,7	51,0	56,0	79,2	70,7	75,0	65,5
falsche "	37,4	46,9	42,0	20,8	27,3	24,0	33,0
keine "	1,9	2,1	2,0	0	2,0	1,0	1,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 23

gabe einwandfrei lösen, unter den Hauptschülern fand nur etwa jeder zweite das richtige Ergebnis. Bemerkenswert ist, daß auch bei den Realschülern zahlreiche falsche Lösungen auftraten. Am beliebtesten unter den Distraktoren war die Auswahlantwort, Luft bestehe im wesentlichen aus Sauerstoff und Wasserstoff. Sie wurde in der Hauptschulgruppe zu etwa 20 %, von den Realschülern zu 10 % gewählt. Es ist zu vermuten, daß Schüler, die die Eigenschaften eines solchen Gasgemischs kennen und ihr Wissen in angemessener Weise umstrukturieren können, diese Wahl nicht getroffen hätten. Die vierte Auswahlantwort wurde von etwa 10 % der Schüler beider Schulzweige ausgewählt. Sie kommen zwar der tatsächlichen

Luftzusammensetzung näher, vernachlässigen jedoch den lebenswichtigen Sauerstoffanteil. Aufgrund der Vorerprobung und der Eindeutigkeit der Aufgabe, in der nach der wesentlichen Zusammensetzung der Luft gefragt wird, ist ein Mißverständnis bei den Schülern auszuschließen. Dies legt auch die häufige Wahl der zweiten Auswahlantwort nahe. Der erste Distraktor wurde von verhältnismäßig wenigen Schülern (etwa 5 % in beiden Schulzweigen) angekreuzt.

Das Testitem 13 verdeutlicht erneut die Kenntnislücken, die der Chemieunterricht in ganz entscheidenden Wissensbereichen hinterläßt.

Im Subtest II treten die Differenzen zwischen Haupt- und Realschülern im Gegensatz zum ersten Subtest deutlicher zutage. In jeder einzelnen Aufgabe erweisen sich die Realschüler ebenso überlegen wie beim Vergleich des Subtestresultats. Es ist zu vermuten, daß das höhere Abstraktionsniveau, das hier zum Ausdruck kommt, von den Hauptschülern Tribut zollte. (ENGELMAYER, S. 51 f., S. 81) Das Gesamtergebnis des Subtests kann für beide Schulzweige nicht befriedigen. Der Subtest stützt die Vermutung, daß sich für zahlreiche Schüler das Fach Chemie undurchschaubar und schwierig darstellt. Da die Chemie vor allem durch die Verfügbarkeit chemischer Grundbegriffe und Basiskonzepte strukturierbar wird, es den Schülern an diesen Kenntnissen aber mangelt, ist die schwierige Lage, in der sich die Chemie oft an den Schulen befindet, erklärlich.

Ein weiteres Problem, das für die Chemie spezifisch ist, stellt die Formelsprache dar. Sie ist Gegenstand des dritten Subtests.

5.1.5.3. Subtest III: Symbole, Wertigkeit, Formeln, Gleichungen (Chemische Zeichensprache)

Die chemische Zeichensprache stellt die Schüler erfahrungsgemäß immer wieder vor erhebliche Schwierigkeiten. Sie haben

Auswertung des Subtests III

Punktzahl	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
0	16	20	36	0	0	0	36
1	30	29	59	0	3	3	62
2	32	27	59	6	11	17	76
3	16	25	41	12	26	38	79
4	13	12	25	17	26	43	68
5	13	7	20	20	32	52	72
6	14	11	25	24	21	45	70
7	13	8	21	29	19	48	69
8	8	8	16	45	12	58	74
	155	147	302	154	150	304	306
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
0	10,3	13,6	11,9	0	0	0	5,9
1	19,4	19,7	19,5	0	2,0	1,0	10,2
2	20,6	18,4	19,5	3,9	7,3	5,6	12,5
3	10,3	17,0	13,6	7,8	17,3	12,5	13,0
4	8,4	8,2	8,3	11,0	17,3	14,1	11,2
5	8,4	4,8	6,6	13,0	21,4	17,1	11,9
6	9,0	7,5	8,3	15,6	14,0	14,8	11,5
7	8,4	5,4	7,0	18,8	12,7	15,8	11,4
8	5,2	5,4	5,3	29,9	8,0	19,1	12,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<u>3. Mittelw.:</u>							
$\bar{X} =$	3,2	2,9	3,1	6,1	4,8	5,4	4,3

ihre Ursachen in der zum großen Teil nicht mit den Bezeichnungen für Elemente übereinstimmenden Symbolik (O für Sauerstoff, N für Stickstoff) und in der Wertigkeit von Atomen oder Atomgruppen (H_2O , $CuSO_4$). Ihren Niederschlag finden sie bei der Erstellung chemischer Formeln und Gleichungen. Trotzdem ist davon auszugehen, daß die Zeichensprache eine wichtige Funktion im Chemieunterricht besitzt. "Mit Hilfe der chemischen Zeichensprache lassen sich che-

mische Reaktionen kürzer und inhaltsreicher als mit Worten darstellen." (SCHMIDT, M., S. 143) Außerdem werden durch sie chemische Vorgänge besser strukturiert und damit durchschaubarer. (ROSSA, S. 75 f.) Mit dem Subtest III soll geprüft werden, ob die chemische Zeichensprache diesen Aufgaben bei Haupt- und Realschülern der 10. Klasse genügt. Das Resultat des Untertests weist die Realschüler als die leistungsfähigere Gruppe aus. Von 8 möglichen Punkten erreichten sie im Durchschnitt 5,4 Punkte. Die Hauptschüler bleiben hinter diesem Wert mit durchschnittlich 3,1 Punkten weit zurück. Die Differenzen zwischen den Geschlechtern sind im Gegensatz zu den Realschülern wenig ausgeprägt und nicht signifikant. Die Häufigkeitsverteilungen differieren in den beiden Schulzweigen auffallend: Sie zeigen asymmetrische Formen mit gegensätzlicher Tendenz. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß dieser Subtest für die Hauptschüler sehr schwer (Kumulationen im unteren Punktebereich), für die Realschüler aber eher leicht gewesen ist (Häufigkeitsverschiebung zum oberen Punktebereich). Dies kommt auch darin zum Ausdruck, daß etwa 50 % der Hauptschüler im Bereich von 0 bis 2 Punkten liegen, während von den Realschülern nur 6,6 % in diesen Punktebereich fallen. Es kann vermutet werden, daß das hohe Abstraktionsniveau der chemischen Zeichensprache Hauptschülern mehr Schwierigkeiten bereitet als Realschülern und diese Leistungsunterschiede verursacht. Durch die Analyse der Aufgaben des Subtests soll in Erfahrung gebracht werden, ob die ausgeprägten Differenzen zwischen den Schulzweigen sich auf Teilgebiete der chemischen Zeichensprache beschränken oder von allgemeiner Art sind. Die Items im Subtest sind so gereiht, daß von einfachen chemischen Symbolen über Formeln und Wertigkeit bis zur Erstellung einer Reaktionsgleichung fortgeschritten wird.

In der ersten Aufgabe des Subtests sollten chemische Symbole vier im Chemieunterricht sehr häufig auftretenden Elementen zugeordnet werden. Um ein zu geringes Schwierigkeitsniveau

des Items zu verhindern, wurde eine größere Zahl von Symbolen vorgegeben, als insgesamt zuzuordnen waren. Gleichzeitig wurde dadurch die Ratewahrscheinlichkeit für die letzte Zuordnung gering gehalten. Die größte Zahl richtiger Zuordnungen erfolgte in beiden Schulzweigen beim Sauerstoff (Tabelle 25). Nur unwesentlich weniger richtige Lösungen sind beim Wasserstoff zu beobachten. Dagegen bereitete die Zuordnung der Symbole zu den restlichen beiden Elementen (Kohlenstoff und Stickstoff) erheblich größere Schwierigkeiten. Dies kommt insbesondere in der Hauptschulgruppe zum

Auswertung der Aufgabe 14

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler

1. Absolute Häufigkeiten:

Richtige Symbole für:

Wasserstoff	108	102	210	148	139	287	497
Sauerstoff	113	101	214	150	141	291	505
Kohlenstoff	99	73	172	142	124	266	438
Stickstoff	76	71	147	139	119	258	405

mindestens drei

Zuordnungen

richtig:	90	73	163	147	128	275	438
----------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

2. Prozentuale Häufigkeiten:

Richtige Symbole für:

Wasserstoff	69,7	69,4	69,5	96,1	92,7	94,4	82,0
Sauerstoff	72,9	68,7	70,9	97,4	94,0	95,7	83,3
Kohlenstoff	63,9	49,7	57,0	92,2	82,7	87,5	72,3
Stickstoff	49,0	48,3	48,7	90,3	79,3	84,9	66,8

mindestens drei

Zuordnungen

richtig:	55,1	46,7	50,6	85,5	85,7	86,2	72,3
----------	------	------	------	------	------	------	------

Ausdruck. Die Zunahme der Falschlösungen in der Reihenfolge Sauerstoff - Wasserstoff - Kohlenstoff - Stickstoff ist in allen Schülergruppen widerspruchsslos gegeben, so daß auf eine hohe Stabilität dieser Reihung geschlossen werden kann.

Erstaunlich ist der verhältnismäßig geringe Bekanntheitsgrad des Kohlenstoffsymbols, da in beiden Schulzweigen das letzte Schuljahr der organischen Chemie und damit den Kohlenstoffverbindungen gewidmet ist. Eine Analyse der fehlerhaften Antworten ergab, daß sie sich auf das Symbol K konzentrieren. Nicht weniger als 30 % der Haupt- und 10 % der Realschüler unterlief dieser Irrtum. Vergleichbare Fehler sind auch bei den anderen Elementen zu beobachten: Etwa jeweils 10 % der Hauptschüler setzten für Wasserstoff das Symbol W, für Sauerstoff den Buchstaben S. Der Stickstoff wurde diesem Symbol sogar von 28 % der Hauptschüler zugeordnet, und etwa 10 % der Realschüler machten den gleichen Fehler. Die Fehleranalyse bestätigt also den zuvor gegebenen Hinweis, daß die Schwierigkeiten in der chemischen Zeichensprache zu einem erheblichen Teil durch die Nichtübereinstimmung von Symbol und Bezeichnung der Elemente konstituiert werden. Es sollte möglich sein, durch Ableitungshinweise und ständiges Üben diese Schwierigkeiten zu überwinden, um bei möglichst vielen Schülern die Voraussetzungen zu einem sinnvollen Zugang zu chemischen Formeln und Reaktionsgleichungen zu schaffen.

Vergleicht man die von den verschiedenen Schülergruppen in dieser Aufgabe erreichten Resultate, zeigt sich eine deutliche Überlegenheit der Realschüler. Sie kommt vor allem in der Punkteverteilung - zur Punktvergabe mußten mindestens drei Teillösungen einwandfrei sein - zum Ausdruck. Zwar lösten die Mädchen der Realschulen die Aufgabe signifikant schlechter als die Jungen, mit dem Gesamtergebnis kann man jedoch zufrieden sein. Bei den Hauptschülern dagegen offenbarten sich schwerwiegende Mängel, die vermutlich einem weitergehenden Verständnis der chemischen Zeichensprache entgegenstehen.

Im Gegensatz zur Aufgabe 14, in der Kenntnisse bezüglich chemischer Symbole geprüft wurden, befassen sich die Test-

items 15, 16 und 17 mit chemischen Formeln und repräsentieren damit ein höheres Schwierigkeitsniveau. Es handelt sich um die Identifizierung der Formeln für Schwefelsäure, Natronlauge und Traubenzucker, also um Substanzen, die im Chemieunterricht eine Schlüsselstellung einnehmen.

Bei der Bestimmung der Schwefelsäureformel unterliefen den Realschülern außerordentlich wenige Fehler. 94,4% von ihnen kamen zum richtigen Resultat (Tabelle 26). Den Hauptschülern gelang die Lösung der Aufgabe nur zu 58,6%. Bei ihnen traten insbesondere Verwechslungen mit dem Schwefelwasserstoff (14 %) und der schwefligen Säure (10 %) auf. Die Formel des Natriumsulfats wurde von 7% der Hauptschüler für die der Schwefelsäure gehalten. Die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern innerhalb der Schulzweige sind gering und nicht signifikant. Man kann davon ausgehen, daß Realschülern die Formel der Schwefelsäure sehr gut bekannt ist, nicht

Auswertung der Aufgabe 15

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
richtige Antw.	90	87	177	148	139	287	464
falsche "	52	43	95	5	11	16	111
keine "	13	17	30	1	0	1	31
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	58,1	59,2	58,6	96,1	92,7	94,4	76,6
falsche "	33,5	29,2	31,5	3,2	7,3	5,3	18,3
keine "	8,4	11,5	9,9	0,7	0	0,3	5,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 26

aber den Hauptschülern. Zu einem nur leicht modifizierten Resultat führt die Aufgabe 16 (Tabelle 27), in der die Formel der Natronlauge zu bestimmen war. Zwar kreuzten hier nur 84,5 % der Realschüler die richtige Alternative an, doch

kann auch dieses Resultat noch als zufriedenstellend angesehen werden. Eine geringe Leistungseinbuße ist gegenüber Aufgabe 15 auch bei den Hauptschülern zu verzeichnen. Die Differenzen zwischen den Geschlechtern sind erneut gering und nicht signifikant. Die Hauptschüler verwechselten besonders häufig die Formel des Kochsalzes mit der der Natronlauge (15%), es folgten Natriumnitrat (13%) und Natriumsulfit (10%). Von den Realschülern wurde der Distraktor NaNO_3 bevorzugt (6%). Erwähnenswert ist, daß die Schüler, die sich in dieser Aufgabe für eine falsche Lösung entschieden,

Auswertung der Aufgabe 16

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	81	76	157	133	124	257	414
falsche "	58	56	114	21	22	43	157
keine "	16	15	31	0	4	4	35
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	52,3	51,7	52,0	86,4	82,7	84,5	68,3
falsche "	37,4	38,1	37,7	13,6	14,7	14,2	25,9
keine "	10,3	10,2	10,3	0	2,6	1,3	5,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 27

tiefergehende Kenntnismängel auf chemischem Gebiet offenbaren: Im Bereich der Sekundarstufe I werden Laugen an der OH - Gruppe identifiziert. Da in den Distraktoren jedoch eine solche Gruppe nicht auftritt, hätte die Wahl für einen mit diesem Wissen ausgestatteten Schüler nicht schwerfallen dürfen. Die zahlreichen Fehler und Antwortlücken bei den Hauptschülern zwingen zu dem Schluß, daß ihnen die Formel der im Chemieunterricht besonders häufig verwendeten Natronlauge nur unzureichend bekannt ist.

In der Aufgabe 17 ist die Formel des Traubenzuckers zu bestimmen. Sie ist komplexer als die beiden erwähnten Formeln,

so daß eine geringere Zahl richtiger Lösungen erwartet werden mußte. Das Resultat bestätigt die Erwartung (Tabelle 28): Etwa 80 % der Realschüler und nur 49 % der Hauptschüler gelangten zu einer einwandfreien Lösung. Damit wird der Traubenzuckerformel der geringste Bekanntheitsgrad zugewiesen. Die Schwierigkeiten, die die Hauptschüler bei dieser Aufgabe hatten, kommen in der hohen Zahl der Antwortlücken (19,2%) zum Ausdruck. Unter den Distraktoren erwies sich die Formel der Saccharose als besonders attraktiv. Sie wurde von 14 % der Hauptschüler und 8 % der Realschüler mit der des Traubenzuckers verwechselt. Diese Tendenz erklärt sich vermutlich aus der üblichen Systematik im Lehrgang der Kohlenhydrate, in dem die Disaccharide der Behandlung der Monosaccharide zeitlich unmittelbar folgen. Dadurch können

Auswertung der Aufgabe 17

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
richtige Antw.	74	74	148	127	117	244	392
falsche "	50	46	96	22	25	47	143
keine "	31	27	58	5	8	13	71
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	47,7	50,3	49,0	82,5	78,0	80,3	64,7
falsche "	32,3	31,3	31,8	14,3	16,7	15,4	23,6
keine "	20,0	18,4	19,2	3,2	5,3	4,3	11,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 28

Interferenzen leicht auftreten. Unter den restlichen Falschantworten besteht eine Präferenz zugunsten der Stärke bzw. Zellulose.

Betrachtet man die letzten drei Items zusammenfassend, zeigt sich deutlich ein erheblicher Informationsvorsprung der Realschüler gegenüber den Hauptschülern. Dieser Vorsprung

ist um so gravierender, als die hier erfragten Formeln weniger einem speziellen chemischen Kenntnisbereich als dem Allgemeinwissen zuzuordnen sind. Man kann davon ausgehen, daß bei Hauptschülern andere wichtige chemische Formeln in vergleichbar geringem Ausmaß verfügbar sind.

Für die Erstellung von Formeln und Reaktionsgleichungen ist die Kenntnis der Wertigkeit von Elementen und Atomgruppen eine wesentliche Voraussetzung. Die Aufgabe 18 setzt sich daher mit der Wertigkeit der Elemente auseinander; ein Lösungsbeispiel ist vorgegeben. Das Testitem verlangt keine aufwendige Definition des Begriffs Wertigkeit, sondern geht rein pragmatisch vor: Die Schüler erhalten die Aufgabe, die Wertigkeit von Magnesium und Schwefel aus zwei Oxiden zu ermitteln. Um die Itemstruktur einfach zu halten, wird die Wertigkeit des Sauerstoffs vorgegeben. Für Schüler, die auch nur eine vage Vorstellung von der Wertigkeit besitzen, dürften sich also kaum Schwierigkeiten ergeben. Die Auswertung der Aufgabe macht jedoch die weit verbreitete Unsicherheit der Schulabgänger deutlich (Tabelle 29). Die

Auswertung der Aufgabe 18

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
Richtige Wertigkeit für:							
Magnesium	61	44	105	106	78	184	289
Schwefel	43	26	69	78	45	123	192
beide Teilant- worten richtig:	41	25	67	77	40	117	184
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
Richtige Wertigkeit für:							
Magnesium	39,4	29,9	34,8	68,8	52,0	60,5	47,7
Schwefel	27,7	17,7	22,8	50,6	30,0	40,5	31,7
beide Teilant- worten richtig:	26,5	17,7	22,2	50,0	26,7	38,5	30,4

Tab. 29

richtige Bestimmung der Wertigkeit des Magnesiums gelang nur etwa einem Drittel der Hauptschüler. Dieses Resultat ist vor allem deshalb deprimierend, weil die Teillösung keine Rechenoperation, sondern aufgrund der Formel MgO nur den logischen Schluß der Gleichwertigkeit von Magnesium und Sauerstoff voraussetzte. Die Realschüler gingen diese Teilaufgabe weit erfolgreicher an und erzielten etwa 60 % richtige Lösungen. Der zweite Teil der Aufgabe forderte den Schülern wesentlich mehr Wissen ab: Sie mußten der Formel SO_3 entnehmen, daß ein Schwefelatom mit drei Sauerstoffatomen verbunden ist und konnten erst dann über die Wertigkeit des Sauerstoffs auf die des Schwefels in dieser Verbindung schließen. Diese zusätzlichen, aber im Chemieunterricht durchaus häufiger auftretenden Überlegungen führten zu einem weit schlechteren Resultat in der zweiten Teilaufgabe. Nur noch 22,8 % der Hauptschüler konnten dieses Problem lösen, die Realschüler gelangten zu 40,5 % richtiger Lösungen. Wie die Tabelle 29 zeigt, haben diese Schüler - von einigen Ausnahmen abgesehen - auch die erste Teillösung einwandfrei bearbeitet, und nur von ihnen darf man berechtigt annehmen, daß sie mit der Wertigkeit chemischer Elemente umgehen können. Da dem Begriff der Wertigkeit bei der Erstellung chemischer Formeln und Gleichungen jedoch eine Schlüsselfunktion zukommt, muß man mit den erzielten Resultaten in beiden Schulzweigen - vor allem aber mit den signifikant schlechteren Leistungen der Hauptschulgruppe - unzufrieden sein.

Ein hohes Abstraktionsniveau wird auch in den beiden folgenden Aufgaben (Item 19 und 20) verlangt, in denen chemische Gleichungen behandelt werden. Während die erste Aufgabe die Schüler zur Auswahl der richtigen Reaktionsgleichung auffordert, müssen im Item 20 Wort- und Formelgleichung für einen einfachen chemischen Vorgang selbständig erstellt werden.

Die Aufgabe 19 verlangt den Schülern im Grundsatz nur die Kenntnis ab, daß in einer chemischen Gleichung links und rechts des Reaktionspfeils die gleiche Anzahl von Atomen der betreffenden Atomsorte zu stehen hat. Über die Reaktionsprodukte brauchten die Schüler nicht zu befinden, weil sie in allen Antwortalternativen identisch sind. Ausgewählt wurde für diese Aufgabe ein einfacher Verbrennungsvorgang mit einem Stoff aus der Petrochemie (Methan), da aufgrund des Rahmenplans vermutet werden konnte, daß Verbrennungsvorgänge an ähnlichen aber komplizierteren Substanzen (etwa Propan als Campinggas, Butan als Feuerzeuggas oder Oktan als Bestandteil des Benzens) Gegenstand des Unterrichts waren. Die Aufgabe konnten nur 23,2 % der Haupt- und 47,7% der Realschüler lösen (Tabelle 30). Die besten Leistungen

Auswertung der Aufgabe 19

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
richtige Antw.	40	30	70	91	54	145	215
falsche "	42	31	73	58	66	124	197
keine "	73	86	159	5	30	35	194
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	25,8	20,4	23,2	59,1	36,0	47,7	35,5
falsche "	27,1	21,1	24,2	37,7	44,0	40,8	32,5
keine "	47,1	58,5	52,6	3,2	20,0	11,5	32,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 30

erbrachten die Jungen der Realschulen, von denen fast 60 % die richtige Antwortalternative auswählten. Die Mädchen dagegen schnitten mit 36 % einwandfreien Lösungen signifikant schlechter ab. Bei den Hauptschülern ergibt sich auf niedrigem Kenntnisniveau ein nicht mehr signifikantes Leistungsgefälle zwischen den Geschlechtern. Die Schwierigkeiten, vor

denen sich die Hauptschüler gestellt sahen, kommen neben den Falschantworten auch in den Antwortlücken zum Ausdruck: Mehr als die Hälfte der Hauptschulabsolventen ließ die Aufgabe aus und betrachtete das Problem als zu kompliziert bzw. als für sie unlösbar. Die Realschüler dagegen tendierten eher dazu, einen Lösungsversuch zu unternehmen, auch wenn ihnen die Bestimmung der richtigen Gleichung Schwierigkeiten bereitete. Die hohe Zahl der Falschantworten in dieser Gruppe gegenüber den Hauptschülern legt diesen Schluß nahe. Insgesamt muß man Enttäuschung zum Ausdruck bringen, wenn man bedenkt, daß das hier ermittelte Resultat das Produkt drei- bzw. vierjähriger Unterrichtsbemühungen um die Zeichensprache darstellt.

Die Aufgabe 20 führt zu keinem entscheidend anders gelagerten Ergebnis. In dem Item wird die selbständige Erstellung einer Wort- und einer Formelgleichung für denselben chemischen Vorgang (Neutralisation von Salzsäure mit Natronlauge) verlangt, für jede richtige Gleichung wird ein Punkt vergeben. Die Testaufgabe wurde erleichtert, indem auf die Entstehung zweier Reaktionsprodukte durch Leerstellen hingewiesen wurde. In der Formelgleichung war die chemische Formel der Salzsäure vorgegeben. Die Leistung der Schüler bestand im ersten Aufgabenteil im wesentlichen darin zu erarbeiten, daß bei dem genannten Neutralisationsvorgang Natriumchlorid (Kochsalz) und Wasser entstehen. In der zweiten Teilaufgabe waren chemische Formeln zu reproduzieren, die sich jedoch auch leicht mit den in der Aufgabe vorgegebenen Informationen entwickeln ließen. Auf alle Komplikationen, die sich aus der Wertigkeit ergeben, wurde durch die Verwendung einwertiger Ionen verzichtet.

Neutralisationen werden im experimentellen Chemieunterricht relativ häufig durchgeführt. Es konnte daher vermutet werden, daß die chemischen Vorgänge recht gut bekannt sind und den Schülern kaum Schwierigkeiten bereiten. Die richtige Wortgleichung wurde von 26,8 % der Haupt- und 53,9% der Real-

schüler entwickelt (Tabelle 31): Die Mädchen gelangten in beiden Gruppen gegenüber den Jungen zu schlechteren Resultaten. Ungewöhnlich ist der hohe Prozentsatz der Antwortlücken im Verhältnis zu den Falschantworten. Er zeigt, daß

Auswertung der Aufgabe 2C

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Wortgleichung</u>							
<u>1.1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	47	34	81	104	60	164	245
falsche "	5	4	9	17	13	30	39
keine "	103	109	212	33	77	110	322
	155	147	302	154	150	304	606

1.2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	30,3	23,1	26,8	67,5	40,0	53,9	40,4
falsche "	3,2	2,7	3,0	11,1	8,7	9,9	6,5
keine "	66,5	74,2	70,2	21,4	51,3	36,2	53,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2. Formelgleichung

2.1. Absolute Häufigkeiten:

richtige Antw.	35	27	62	102	57	159	221
falsche "	12	12	24	13	11	24	48
keine "	108	108	216	39	82	121	337
	155	147	302	154	150	304	606

2.2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	22,6	18,4	20,5	66,2	38,0	52,3	36,5
falsche "	7,7	8,1	8,0	8,5	7,3	7,9	7,9
keine "	69,7	73,5	71,5	25,3	54,7	39,8	55,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. Wort- und Formelgleichung richtig:

3.1. Absolute Häufigkeiten:

35	27	62	101	52	153	215
----	----	----	-----	----	-----	-----

3.2. Prozentuale Häufigkeiten:

22,6	18,4	20,5	65,6	34,7	50,3	35,5
------	------	------	------	------	------	------

Tab. 31

sich insbesondere die Hauptschüler den Anforderungen nicht stellen mochten und gibt vermutlich Hinweise auf eine negativ affektive Besetzung dieses Themenbereichs. (BECKER, S. 23 ff.) Unter den Realschülern waren es vor allem die Mädchen, die einer Lösung der Aufgabe aus dem Wege gingen und sich möglicherweise mit ähnlichen Problemen wie die Hauptschüler auseinanderzusetzen hatten. Wenn man von den Leistungen der Jungen der Realschulen absieht, ist das Resultat der Teilaufgabe höchst unbefriedigend. Diese Ergebnisse spiegeln sich auf niedrigerem Niveau im zweiten Aufgabenteil (Erstellung der Formelgleichung für die Neutralisation) wieder. Nur noch 20,5% der Hauptschüler konnten die Gleichung fehlerfrei erstellen, die Häufigkeit der Antwortlücken stieg geringfügig auf 71,5%. Falschantworten kamen in diesem Aufgabenteil häufiger vor. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Schüler, denen die Erstellung der Wortgleichung gelungen war, auch den Versuch zur Erarbeitung der Formelgleichung unternahmen, dabei jedoch zum Teil scheiterten. Die Gesamtauswertung beider Teilaufgaben (Wort- und Formelgleichung richtig) zeigt für die Gruppe der Hauptschüler: Alle Schüler, denen die Aufstellung der Formelgleichung gelungen ist, haben auch die Wortgleichung richtig. Für die Realschüler ergibt sich ein nur leicht modifiziertes Bild. Bei ihnen bleiben die prozentualen Häufigkeiten für Falschantworten und Antwortlücken fast konstant. Der Gesamtauswertung beider Aufgabenteile läßt sich entnehmen, daß den Schülern - von wenigen Ausnahmen abgesehen - entweder die Lösung beider Teile gelang oder ein völliger Leistungsausfall zu beklagen ist. Die dargestellten Resultate werden vor allem auf folgende Faktoren zurückzuführen sein:

- Die Aufgabe konnte von den Schülern nur erfolgreich bewältigt werden, wenn sie die dort verlangten speziellen Kenntnisse hinsichtlich der chemischen Reaktion beherrschten. In gewissem

Maße war jedoch eine Ableitung aus den in der Aufgabe enthaltenen Informationen möglich.

- Die Lösung des Testitems wurde vermutlich überwiegend von solchen Schülern in Angriff genommen, denen Mißerfolge bei der Erstellung chemischer Gleichungen erspart blieben und / oder diese Technik^{die} häufiger übten.

Es ist daher anzunehmen, daß durch gezielte und verteilte Übungen auf anschaulicher Basis (Arbeitstransparente, Modelle, Filme) Frustrationen, die zur Blockierung der Auseinandersetzungsbereitschaft mit Reaktionsgleichungen führen, vermieden und Fähigkeiten hinsichtlich der Erstellung chemischer Gleichungen gesteigert werden können. Das Gesamtergebnis, nach dem etwa drei Viertel der Hauptschüler die Aufgabe überhaupt nicht in Angriff genommen haben, zwingt dazu, der Behandlung dieses Stoffgebiets im Schulalltag mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Da bei den Mädchen der Realschulen ebenfalls erhebliche Ausfallquoten zu beobachten sind, dürfte es angemessen sein, diese Forderung auch für den Realschulbereich zu erheben.

Die Signifikanztests für die Leistungsunterschiede in den einzelnen Schülergruppen zeigen im Subtest III ein sehr homogenes Bild: Die Hauptschüler schneiden in allen Items auf dem 0,15 - Niveau signifikant schlechter ab als die Realschüler. Im Gegensatz zu ihnen zeichnen sich bei den Hauptschülern zwischen den Geschlechtern in keinem Item signifikante Leistungsunterschiede ab. Weiterhin können stabile signifikante Unterschiede zwischen den Jungen der Haupt- und Realschulen bzw. Mädchen der beiden Schulzweige nachgewiesen werden. Beim Vergleich der Resultate der Hauptschuljungen mit denen der Realschulmädchen ergeben sich in sechs von sieben Items signifikante Differenzen zugunsten der Mädchen. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zum ersten und zweiten Subtest, in denen sich solch ein-

deutige Unterschiede nicht feststellen lassen, und weist auf tiefgehende Leistungsunterschieden zwischen den beiden Schulzweigen auf dem Sektor der chemischen Zeichensprache hin.

Die Analyse der Items des dritten Subtests bringt deutlich zum Ausdruck, daß sich die Schwierigkeiten, mit denen Schüler in der chemischen Zeichensprache zu kämpfen haben, sowohl auf Symbole und Formeln als auch auf die Wertigkeiten und Erstellung chemischer Gleichungen erstrecken. Diese Probleme sind bei den Hauptschülern so ausgeprägt, daß bei vielen von ihnen ein sinnvoller Umgang mit der chemischen Zeichensprache in Frage gestellt werden muß. Die Realschüler bewältigten die Items zwar erfolgreicher, aber keineswegs zufriedenstellend. Es soll an dieser Stelle nochmals auf die grundsätzlich strukturierende Funktion der Zeichensprache hingewiesen werden, um der Forderung nach einer angemesseneren Behandlung dieses Stoffgebiets im Chemieunterricht mehr Nachdruck zu verleihen. (RUDOLF - BOKERT, S. 295) Es wird zwar nicht übersehen, daß dem das hohe Abstraktionsniveau der Zeichensprache entgegensteht, ⁺ doch darf auch nicht unberücksichtigt bleiben, daß es sich hier um Absolventen der 10. Klassen handelt, also um Schüler, denen bereits eine gewisse Qualifikation zukommt.

2.1.5.4. Subtest IV: Säuren, Laugen, Salze

Der vierte Untertest besteht aus fünf Items, die nach steigendem Abstraktionsgrad und gleichzeitig nach der fachwissenschaftlichen Systematik geordnet sind. Die erste Aufgabe des Subtests (Item 21) beschäftigt sich mit einem Verwendungszweck der Schwefelsäure (Autobatterie), die zweite mit einem in der Schule häufig verwendeten Nachweismittel für

⁺Anmerkung: Hier ist erneut darauf hinzuweisen, daß auch im Chemieunterricht der Hauptschule "ein gewisses Maß an Abstraktion zu erreichen" ist. (Rahmenpläne Hauptschule B III a 15, S. 1)

Säuren (Lackmuslösung). Anschließend wird exemplarisch nach der Bezeichnung der Salze der Schwefelsäure gefragt. In Ergänzung zur Aufgabe 20 befaßt sich das Item 24 mit dem Neutralisationsbegriff. Die höchsten Anforderungen dürfte die Frage 25 stellen: Hier hatten die Schüler aus vier komplexen Aussagen zur Entstehung von Säuren und Laugen die richtige Alternative auszuwählen. Diese Zusammenstellung zeigt, daß den Schülern in diesem Subtest sowohl praxisorientierte als auch theoretisch ausgerichtete Fragestellungen präsentiert wurden.

Vor der Analyse der einzelnen Items soll auch hier die Betrachtung der im Subtest erzielten Gesamtergebnisse stehen (Tabelle 32). Zunächst ist hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung bei den Hauptschülern eine ausgewogene Verteilung

Auswertung des Subtests IV

Punktzahl	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
0	5	3	8	2	3	5	13
1	17	31	48	9	19	28	76
2	34	47	81	17	57	74	155
3	53	40	93	47	37	84	177
4	37	24	61	58	26	84	145
5	9	2	11	21	8	29	40
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

0	3,2	2,0	2,7	1,3	2,0	1,6	2,2
1	11,0	21,1	15,9	5,9	12,7	9,2	12,5
2	21,9	32,0	26,8	11,0	38,0	24,4	25,6
3	34,2	27,2	30,8	30,5	24,7	27,6	29,2
4	23,9	16,3	20,2	37,7	17,3	27,6	23,9
5	5,8	1,4	3,6	13,6	5,3	9,6	6,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. Mittelwerte:

$\bar{X} =$	2,8	2,4	2,6	3,4	2,6	3,0	2,8
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tab. 32

im unteren und oberen Punktebereich festzustellen - eine Tatsache, die auf einen angemessenen Schwierigkeitsgrad des Untertests hinweist. Bei den Realschülern liegt das Häufigkeitsmaximum im oberen Punktebereich. Berücksichtigt man, daß diese Verteilungsform nur durch die Jungen, nicht aber von den Mädchen der Realschulen verursacht wird, kann man auch hier von einer günstigen Verteilungsform ausgehen.

Von den fünf im Subtest erreichbaren Punkten erzielten die Hauptschüler im Mittel 2,6. Die Realschüler schnitten mit einem Mittelwert von 3,0 Punkten zwar wesentlich besser ab, doch ist die Leistungsdifferenz nicht so ausgeprägt wie in den beiden vorhergehenden Subtests. Die Häufigkeitsverteilungen beider Schülergruppen unterscheiden sich dennoch nach dem KOLMOGOROV - SMIRNOV - Test auf dem 1 % - Niveau. Signifikante Differenzen zwischen den Geschlechtern sind sowohl bei den Hauptschülern (1 % - Niveau) als auch bei den Realschülern (0,1 % - Niveau) jeweils zugunsten der Jungen zu beobachten. Ein bemerkenswertes Resultat ist beim Leistungsvergleich der Mädchen beider Schulzweige festzustellen: Obwohl die Realschulmädchen einen um 0,2 Punkte besseren Mittelwert als die Mädchen der Hauptschulen erzielten, ergibt sich kein signifikanter Unterschied. Vergleicht man die Leistungen der Realschulmädchen mit denen der Jungen der Hauptschulen, resultiert sogar eine auf dem 5 % - Niveau signifikante Differenz zugunsten der Hauptschüler. Die Ergebnisanalyse der Items soll nachweisen, welche Aufgaben für dieses Resultat verantwortlich sind.

Die Aufgabe 21 setzt sich eher mit einem Ratbestand aus dem Bereich des Allgemeinwissens als mit speziellen chemischen Kenntnissen auseinander: Es wird nach der Säure gefragt, die in der Autobatterie Verwendung findet. Entgegen der Annahme, daß dieses Item wegen seiner Lebensnähe von den Schülern problemlos gelöst werden kann, tauchten nicht unerhebliche Schwierigkeiten auf. So gelangten nur 40,7 % der Haupt- und

49,3 % der Realschüler zum richtigen Resultat (Tabelle 33). Die Differenz zwischen den beiden Gruppen ist auf dem 5 % - Niveau signifikant. Es muß betont werden, daß dieses Ergebnis auf den Leistungsunterschieden der Jungen in den beiden Schulzweigen basiert, während sich zwischen den jeweiligen Mädchengruppen keine überzufälligen Differenzen ermitteln lassen. Vergleicht man die Jungen der Hauptschulen

Auswertung der Aufgabe 21

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	74	49	123	96	54	150	273
falsche "	73	83	156	56	85	141	297
keine "	8	15	23	2	11	13	36
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	47,7	33,3	40,7	62,3	36,0	49,3	45,1
falsche "	47,1	56,5	51,7	36,4	56,7	46,4	49,0
keine "	5,2	10,2	7,3	1,3	7,3	4,3	5,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 33

mit der Mädchengruppe der Realschule, ergibt sich eine auf dem 5 % - Niveau signifikante Leistungsdifferenz zugunsten der Hauptschüler und damit ein weiter Überschneidungsbereich zwischen den beiden Schulzweigen in diesem Testitem. Unter den Falschantworten erwies sich der Distraktor "schweiflige Säure" als am attraktivsten. etwa jeder fünfte Haupt- bzw. Realschüler entschied sich für diese Alternative. 17 % der Schüler beider Schulzweige wählten die Salzsäure, die damit den Nennungen der schwefligen Säure nur wenig nachsteht. Selbst die im Chemieunterricht oft vernachlässigte Salpetersäure konnte noch etwa 14 % der Haupt- und 10 % der Realschüler auf sich ziehen. Wertet man die Aufgabe exemplarisch, wird deutlich, in welchem geringem Maße die Absolventen beider Schulzweige mit einer "Chemie des Alltags" vertraut sind.

Im folgenden Item hatten die Schüler aus vorgegebenen Substanzen einen geeigneten Indikator für den Nachweis einer Säure anzukreuzen. Aus den möglichen Nachweismitteln war bei der Testkonstruktion die Lackmuspflösung ausgewählt worden, weil sie im experimentellen Unterricht am verbreitetsten ist. Die Beantwortung der Frage war weder für Haupt- noch für Realschüler problematisch (Tabelle 34). Zwar ergibt sich zwischen ihnen eine auf dem 0,1% - Niveau signifikante Differenz, doch liegt der Anteil richtiger

Auswertung der Aufgabe 22

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	130	109	239	143	137	280	519
falsche "	16	31	47	11	10	21	68
keine "	9	7	16	0	3	3	19
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	83,9	74,1	79,1	92,9	91,3	92,1	85,7
falsche "	10,3	21,1	15,6	7,1	6,7	6,9	11,2
keine "	5,8	4,8	5,3	0	2,0	1,0	3,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 34

Antworten jeweils so hoch (79,1 % bzw. 92,1 %), daß für beide Gruppen ein befriedigendes Ergebnis resultiert. Im Gegensatz zur Realschulgruppe schneiden bei den Hauptschülern die Mädchen signifikant schlechter ab als die Jungen: Jedes vierte Mädchen (25,9 %) antwortete falsch oder blieb die Lösung schuldig. Die Falschantworten fallen zu einem erheblichen Teil auf den Distraktor "Fehlingsche Lösung". Etwa 5 % der Gesamtstichprobe trafen diese Wahl. Ursache der Verwechslung kann der bei beiden Indikatoren identische Farbumschlag sein. Die restlichen Falschantworten entfallen

zu etwa gleichen Teilen auf die beiden verbleibenden Distraktoren. Das Item zeigt, daß etwa 86 % der befragten Schüler einen geeigneten Indikator für den Säurenachweis kennen, und ermutigt zu der Annahme, daß ein großer Teil von ihnen dieses Wissen in Beruf, Haushalt oder Hobby nutzen kann.

Das Item 23 ist wesentlich abstrakter gefaßt. Es beschäftigt sich mit der Bezeichnung der Salze der Schwefelsäure (Sulfate). Die Nomenklatur der Salze ermöglicht eine sinnvolle Ordnung dieser Stoffe und gibt gleichzeitig Hinweise auf den chemischen Aufbau. Die Kenntnis dieser Nomenklatur kann also eine wesentliche Strukturierungshilfe sein und sollte daher in den Grundzügen von Absolventen der 10. Klasse beherrscht werden. Für den Test wurden die Sulfate ausgewählt, weil für sie in der Erprobungsphase ein mittleres Schwierigkeitsniveau (etwa im Gegensatz zu den Nitraten) ermittelt worden war. Von der Gesamtstichprobe wurde die Aufgabe zu 72,1 % richtig gelöst. Das bessere Resultat erzielten hier die Hauptschüler (75,5 % einwandfreie Lösungen), jedoch ergibt sich keine signifikante Differenz zu den Realschülern, so daß von einem zufällig günstigeren Ergebnis der Hauptschüler gesprochen werden muß. Es ist wesentlich

Auswertung der Aufgabe 23

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	114	114	228	115	94	209	437
falsche "	29	21	50	38	49	87	137
keine "	12	12	24	1	7	8	32
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	73,6	77,5	75,5	74,7	62,7	68,8	72,1
falsche "	18,7	14,3	16,6	24,7	32,7	28,6	22,6
keine "	7,7	8,2	7,9	0,6	4,6	2,6	5,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

auf die guten Leistungen der Hauptschulmädchen zurückzuführen, die alle anderen Gruppierungen übertrafen. Diese Überlegenheit ist im vorliegenden Test atypisch und wiederholt sich an keiner Stelle. Aus diesem Grunde und wegen fehlender Signifikanz gegenüber den Jungengruppen ist auch hier von einem zufällig guten Abschneiden auszugehen. Unter den Distraktoren wurden vor allem von den Realschülern die Sulfide bevorzugt. Dies dürfte auf den größeren Bekanntheitsgrad der Sulfide (Erze, analytischer Trennungsgang) gegenüber den Sulfiten zurückzuführen sein.

Zu den grundlegenden chemischen Vorgängen gehört die Neutralisation. Sie ist Teil zahlreicher chemischer Experimente und bietet eine Möglichkeit zur Darstellung von Salzen. Nachdem im Item 20 die Reaktion zwischen Salzsäure und Natronlauge in Form chemischer Gleichungen betrachtet wurde, geht die Aufgabe 24 der Frage nach, ob die Schüler den Fachterminus Neutralisation kennen. Die Ergebnisanalyse zeigt, daß ein großer Teil der Schüler beim Lösen der Aufgabe

Auswertung der Aufgabe 24

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	90	65	155	116	66	182	337
falsche "	47	63	110	37	74	111	221
keine "	18	19	37	1	10	11	48
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	58,1	44,2	51,3	75,3	44,0	59,9	55,6
falsche "	30,3	42,9	36,4	24,0	49,3	36,5	36,5
keine "	11,6	12,9	12,3	0,7	6,7	3,6	7,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 36

Schwierigkeiten hatte. Bei den Hauptschülern sind nur 51,3 % der Lösungen richtig, bei den Realschülern 59,9 %. In beiden Schulzweigen gelangten die Jungen gegenüber den

Mädchen zu signifikant besseren Resultaten. Besonders zu erwähnen ist, daß sich die Leistungen der Jungen der Hauptschulen und der Mädchen der Realschulen auf dem 2. - Niveau unterscheiden. Die falschen Antworten verteilen sich in der Gesamtstichprobe zu etwa gleichen Anteilen auf die Distraktoren, jedoch zeigen Haupt- und Realschüler unterschiedliche Präferenzen. Während die Hauptschüler dem Begriff Oxydation den Vorzug gaben, entschieden sich die Realschüler vornehmlich für den der Dissoziation. Im unterschiedlichen Antwortverhalten kommt der differierende Erfahrungshorizont der beiden Gruppen zum Ausdruck: Während für die Hauptschüler Begriffe wie Oxydation und Oxid (Aufgabe 12) weitgehend ungeklärt sind, beinhalten sie für Realschüler weniger Schwierigkeiten. Für sie sind dagegen andere Begriffe (Dissoziation) problembelastet, weil sie im Unterricht vermutlich häufiger angesprochen wurden, ohne daß eine Klärung gelang.

Aus der Analyse des Items geht hervor, daß nur etwa die Hälfte der befragten Schulabsolventen mit dem chemischen Begriff der Neutralisation umgehen kann. Dies weist darauf hin, daß der Chemielehrer von ihm als selbstverständlich vorausgesetzte Begriffe bei den Schülern permanent auf Verständnis überprüfen sollte.

Die letzte Aufgabe des Subtests IV (Item 25) setzt sich mit der Entstehung von Säuren bzw. Laugen auseinander. Zur richtigen Lösung konnten nur Schüler gelangen, die die Gesetzmäßigkeiten kannten oder die aus ihrem Formelwissen bezüglich Säuren und Laugen die Generalisation auf die gegebenen Antwortalternativen vornehmen konnten. Nach dem bisherigen Auswertungsergebnis kann man davon ausgehen, daß diese zweite ^{Gruppe} keinen wesentlichen Anteil an den richtigen Lösungen haben wird. Die Schwierigkeit der Aufgabe ist gegenüber anderen Items dieses Untertests erhöht, weil die Schüler aus in den Auswahlantworten enthaltenen Fachtermini die sehr abstrakt gefaßte Regel zur Bildung von Säuren und Laugen herausfinden mußten. Dies findet seinen Niederschlag im

Resultat der Aufgabe: Nur etwa jeder fünfte Haupt- und jeder dritte Realschüler gelangte zur richtigen Lösung. Besonders gravierend ist das schlechte Resultat, das die Mädchen der Hauptschulen erzielten (nur 12,9 % einwandfreie Antworten). Die großen Probleme, die sich in dieser Frage für die Schüler auftraten, kommen sowohl in den Falschantworten als auch in der hohen Quote der Antwortausfälle zum Ausdruck. Die Leistungen der Haupt- und Realschüler unterscheiden sich auf dem 0,1 % - Niveau signifikant, jedoch ist die bessere Leistung der Realschulmädchen gegenüber den Jungen der Hauptschulen nach dem Signifikanztest zufalls-

Auswertung der Aufgabe 25

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	36	19	55	57	42	99	154
falsche "	61	60	121	62	48	110	231
keine "	58	68	126	35	60	95	221
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	23,2	12,9	18,2	37,0	28,0	32,6	25,4
falsche "	39,4	40,8	40,1	40,3	32,0	36,2	38,1
keine "	37,4	46,3	41,7	22,7	40,0	31,2	36,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 37

bedingt. Bei der Betrachtung der Distraktoren zeigt sich eine leichte Bevorzugung der Auswahlantwort "Laugen und Säuren kann man aus Oxiden der Metalle herstellen". Sie wird vermutlich durch den umfassenderen Charakter dieser Alternative gegenüber den anderen Antworten verursacht. Die beiden restlichen Distraktoren sind als gleichwertig zu betrachten.

Die Aufgabe 25 läßt über den hier erfragten Zusammenhang hinaus eine weitgehende Unkenntnis bei Absolventen beider

kanalarartige Lernentwürfe als solche Gesetzmäßigkeiten Strukturierungshilfen sowohl bei der Erarbeitung und Ordnung als auch beim Abruf chemischer Kenntnisse darstellen können. Die Didaktik der Chemie dürfte gut beraten sein, wenn sie diesen Gesichtspunkt stärker als bisher für die Gestaltung des Unterrichts nutzbar machte und in den Vordergrund rückte.

Der Subtest IV zeichnet sich durch verhältnismäßig geringe Leistungsdifferenzen zwischen den beiden Schulzweigen aus. Da ähnlich wie im ersten Untertest, und im Gegensatz zu den beiden zuvor besprochenen Subtests, hier weniger komplexe Unterrichtsinhalte (mit Ausnahme des Items 25) überprüft wurden, ist die Annahme gerechtfertigt, daß die Leistungsangleichung zumindest teilweise auf das geringere Abstraktionsniveau zurückführbar ist. Vergleicht man die Leistungen der Jungen der Hauptschulen mit denen der Realschulmädchen, zeigt sich, daß die Jungen in drei von fünf Items signifikant bessere Resultate erzielten (s. Anhang). Dies entspricht den im ersten Subtest erzielten Ergebnissen und macht deutlich, in welchem Maße sich die Leistungen von Haupt- und Realschülern in diesem Untertest durchdringen.

5.1.5.5. Subtest V: Petrochemie

Die Bedeutung des Erdöls als industriellem Rohstoff hat die der Kohle weit überflügelt und ist an einer wirtschaftlich mächtigen erdölverarbeitenden Industrie ablesbar. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt von einer zunehmenden Abhängigkeit von diesem Rohstoff ausgegangen werden muß, ergibt sich die Notwendigkeit, entscheidende industrielle Prozesse der Petrochemie zu kennen, um wirtschaftliche Zusammenhänge richtig interpretieren zu können und zu einer fundierten selbständigen Meinungsbildung zu gelangen. Dem Unterrichts-

fach Chemie ist die Aufgabe der Vermittlung entsprechender Kenntnisse gestellt, und der Berliner Rahmenplan entspricht dieser Verpflichtung, indem er für die Petrochemie eine verhältnismäßig hohe Zahl an Unterrichtsstunden einräumt. (vgl. Rahmenplan Hauptschule B III a 15, S. 6) Aus der Fülle der petrochemischen Verfahren wurden die beiden Schlüsselprozesse in den Test eingebracht: die Erdöldestillation (Items 27 und 28) und das Krackverfahren (Item 29). Drei weitere Aufgaben, denen erhebliche Bedeutung zugemessen wird, runden den Subtest V ab. Dabei handelt es sich um die Förderung von Erdöl (Item 26) und um wesentliche Bestandteile von Erdgas und Benzin (Item 30). Es ist nun zu prüfen, ob die Bedeutung, die der Petrochemie zukommt, ihren Niederschlag im Testresultat findet.

Auswertung des Subtests V

Punktzahl	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
0	33	43	76	7	12	19	95
1	54	55	109	27	42	69	178
2	41	34	75	45	46	91	166
3	19	10	29	43	30	73	102
4	6	3	9	26	13	39	48
5	2	2	4	6	7	13	17
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

0	21,3	29,3	25,2	4,6	8,0	6,3	15,7
1	34,8	37,4	36,1	17,5	28,0	22,7	29,4
2	26,4	23,1	24,8	29,2	30,7	29,9	27,4
3	12,3	6,8	9,6	27,9	20,0	24,0	16,8
4	3,9	2,0	3,0	16,9	8,6	12,8	7,9
5	1,3	1,4	1,3	3,9	4,7	4,3	2,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. Mittelwerte:

$\bar{x} =$	1,5	1,2	1,3	2,5	2,1	2,3	1,8
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Eine Analyse der Häufigkeitsverteilungen in der Tabelle 38 weist darauf hin, daß der Subtest für Hauptschüler recht schwer ist, während er für Realschüler aufgrund der symmetrischen Verteilungsform als angemessen bezeichnet werden kann. In beiden Gruppen stellt sich der Test für Mädchen schwieriger dar als für Jungen. Dies ergibt sich neben der Verteilungsform auch aus den Mittelwerten. Die arithmetischen Mittel der Haupt- und Realschüler unterscheiden sich - vor allem relativ gesehen - in weit stärkerem Maße als im vorhergehenden Untertest. Der KOLMOGOROV - SMIRNOV - Test erbringt für die Verteilungen der beiden Gruppen eine auf dem 0,1% - Niveau signifikante Differenz zugunsten der Realschüler. Solche Signifikanzen ergeben sich auch zwischen den Jungen bzw. den Mädchen der Haupt- und Realschulen. Dagegen sind innerhalb der Schulzweige zwischen den Geschlechtern keine statistisch bedeutsamen Unterschiede feststellbar. Der Subtest V beginnt mit einer Aufgabe, die sich mit den Lagerstätten des Erdöls beschäftigt. Das Item sollte ermitteln, in welchem Ausmaße den Schülern bekannt ist, daß

Auswertung der Aufgabe 26

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	60	60	120	85	85	170	290
falsche "	82	71	153	64	49	113	266
keine "	13	16	29	5	16	21	50
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	38,7	40,8	39,7	55,2	56,6	55,9	47,9
falsche "	52,9	48,3	50,7	41,6	32,7	37,2	43,9
keine "	8,4	10,9	9,6	3,2	10,7	6,9	8,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 39

Erdöl aus porösen Gesteinsschichten gefördert wird. Nur knapp die Hälfte der befragten Schüler (47,9 %) konnte die

Aufgabe richtig lösen. Die Resultate der Haupt- und Realschüler unterscheiden sich zwar statistisch signifikant auf dem 0,1% - Niveau, doch darf nicht unbeachtet bleiben, daß auch bei den Realschülern relativ wenig richtige Ergebnisse zu beobachten sind (55,9 %). Die Leistungsdifferenzen zwischen den Geschlechtern sind in beiden Schulzweigen so gering, daß keine Signifikanz auftritt. Unter den Distraktoren zeigt die Alternative 4 die größte Attraktivität: 24 % der Haupt- und 14 % der Realschüler meinten, Erdöl werde aus unterirdischen Seen gefördert. Diese Antwort kommt der zweiten Alternative sehr nahe, in der von einer Erdölförderung aus Höhlen ausgegangen wird. Addiert man die prozentualen Häufigkeiten, die diese beiden Distraktoren auf sich ziehen konnten, ergibt sich für die Hauptschulen ein Wert von etwa 40 %, für die Realschulen eine Häufigkeit von ca. 24 %. Diese Zahlen demonstrieren eindrucksvoll, in welchem geringem Maße dem Chemieunterricht der Abbau falscher Vorstellungen gelungen ist, die in der Öffentlichkeit im hier besprochenen Sinn durchaus häufiger anzutreffen sind. In diesem Zusammenhang darf nicht unerwähnt bleiben, daß die in Chemiebüchern enthaltenen Schnittzeichnungen durch Erdschichten in vielen Fällen geeignet sind, diese Fehlvorstellung zu stützen, statt sie abzubauen. Eindeutige Skizzen, der Einsatz von Modellen und gezielte Lehrerhinweise sind notwendig, um diesem Irrtum in der Zukunft begegnen zu können.

Die Items 27 und 28 beziehen sich auf einen im Test in Form einer Schnittzeichnung dargestellten Destillationsturm, in dem Erdöl in bestimmte Fraktionen zerlegt wird. Skizzen dieser Art sind in fast allen Schulbüchern der Chemie abgedruckt; das Destillationsverfahren selbst gehört zu den grundlegenden Prozessen der erdölverarbeitenden Industrie und sollte daher Haupt- und Realschülern der 10. Klasse sowohl hinsichtlich des Verfahrens als auch der entstehenden Produkte im wesentlichen bekannt sein.

Die richtige Zuordnung des Destillationsturms zu vorgegebenen Prozessen gelang knapp 30 % der befragten Schüler, wobei sich zwischen den Absolventen der beiden Schulzweige keine signifikanten Unterschiede feststellen lassen. Auch zwischen den Geschlechtern ergibt sich kein signifikant unterschiedliches Lösungsverhalten. Unter den Distraktoren

Auswertung der Aufgabe 27

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	45	37	82	57	42	99	181
falsche "	70	63	135	74	71	145	278
keine "	40	47	87	23	37	60	147
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	29,0	25,2	27,2	37,0	28,0	32,6	29,9
falsche "	45,2	42,8	44,0	48,1	47,3	47,7	45,9
keine "	25,3	32,0	28,8	14,9	24,7	19,7	24,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 40

zeigte für die Realschüler der Krackprozeß die größte Attraktivität, während die Hauptschulabsolventen eher dazu tendierten, den Destillationsturm mit einer Zerlegung des Erdöls in die Elemente in Verbindung zu bringen. Die größere Zahl falscher Antworten bei den Realschülern kann darauf zurückgeführt werden, daß sie sich eher zum Raten der Lösung entschlossen als die Hauptschüler. Ein entsprechendes Korrelat findet sich beim Vergleich der Antwortlücken. Die geringe Zahl richtiger Lösungen in diesem Item läßt vermuten, daß die Schüler mit der Destillation des Erdöls in industriellem Maßstab nicht hinreichend vertraut sind. Die Aufgabe 28 dürfte geeignet sein, diese Annahme zu überprüfen. Sie beschäftigt sich mit den bei der atmosphärischen Erdöldestillation anfallenden Stoffgemischen. Entscheidend

ist bei diesem Item nicht allein die Identifizierung der Produkte aus einem vorgegebenen Katalog, sondern auch deren Reihung nach den Siedebereichen entsprechend dem Temperaturgefälle im Destillationsturm. Die richtige Lösung der Aufgabe setzt also ein recht komplexes Wissen voraus.⁺⁾ Dies kommt auch im Resultat des Items (Tabelle 41) zum Ausdruck: Nur etwa 12 % der befragten Schüler konnten die Aufgabe einwandfrei lösen. Die Hauptschüler schnitten mit 7,3 % richtiger Resultate besonders schlecht ab, aber auch das auf dem 0,1 % - Niveau signifikant bessere Ergebnis der Realschulabsolventen enttäuscht (17,4 % richtige Lösungen).

Auswertung der Aufgabe 28

Richtige Zuordnungen:	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	

1. Absolute Häufigkeiten:

Benzin	59	37	96	86	51	137	233
Petroleum	32	16	48	49	37	86	134
Dieselöl	22	18	40	50	29	79	119
alle Zuordnungen richtig:	12	10	22	31	22	53	75

2. Prozentuale Häufigkeiten:

Benzin	38,1	25,2	31,8	55,8	34,0	45,1	38,4
Petroleum	20,6	10,9	15,9	31,8	24,7	28,3	22,1
Dieselöl	14,2	12,2	16,2	33,5	19,1	26,6	22,5
alle Zuordnungen richtig:	7,7	6,6	7,3	14,1	10,2	15,0	12,3

Tab. 41

Die günstigeren Leistungen, die die Jungen der Haupt- und Realschulen gegenüber den Mädchen erzielten, müssen nach dem Chi - Quadrat - Test als zufällig bezeichnet werden. Die meisten richtigen Zuordnungen erfolgten in allen Schüler-teilgruppen beim Benzin. Sie setzen sich mit erheblichem

⁺⁾ Anmerkung: Aus Gesprächen zur Validierung ergab sich die Notwendigkeit, diese Aufgabe im Test zu belassen.

Abstand von den Werten des Petroleums und Dieselöls ab. Reduziert man die Komplexität der Aufgabe, indem die Wahl der Positionen der Stoffgemische am Destillationsturm vernachlässigt und lediglich ermittelt wird, inwieweit die hier relevanten Produkte Benzin, Petroleum und Dieselöl überhaupt ausgewählt wurden, stellen sich ebenfalls unbefriedigende Resultate ein. So brachten die Hauptschüler Benzin zu 49,4 %, Dieselöl zu 40,4 % und Petroleum sogar nur zu 31,2 % mit dem Destillationsturm in Verbindung. Für die Realschüler ergeben sich nur wenig günstigere Ergebnisse: Benzin wurde zu 67,4 %, Dieselöl zu 50,3 % und Petroleum zu 42,1 % ausgewählt. In diesen Werten finden weitgehende Kenntnislücken ihren Niederschlag, deren Beseitigung sich der Chemieunterricht zum Ziel setzen sollte, wenn er an dem Anspruch der Orientierungshilfe in der modernen technischen Umwelt festhält.

Das Item 29 beschäftigt sich mit einem Folgeprozeß der Erdöldestillation. Es handelt sich um das Krackverfahren, das der Herstellung niedrig siedender Erdölbestandteile (u.a. Benzin) aus höher siedenden Produkten dient. In diesem Prozeß werden im Prinzip langkettige Moleküle in kürzere aufgespalten, so daß die erdölverarbeitende Industrie relativ unabhängig von der Zusammensetzung des Rohöls die Versorgung

Auswertung der Aufgabe 29

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	55	41	96	110	86	196	292
falsche "	68	64	132	34	42	76	208
keine "	32	42	74	10	22	32	106
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	35,5	27,9	31,8	71,4	57,3	64,5	48,2
falsche "	43,9	43,5	43,7	22,1	28,0	25,0	34,3
keine "	20,5	28,6	24,5	6,5	14,7	10,5	17,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

der Absatzmärkte mit den verschiedenen Produkten steuern kann. Die Bedeutung des Verfahrens macht seine Beherrschung erforderlich, doch nur knapp die Hälfte der befragten Schüler (48,2 %) erkannte das Prinzip des Krackverfahrens. Die Realschüler erzielten gegenüber den Hauptschülern etwa die doppelte Zahl richtiger Lösungen und setzen sich damit von ihnen auf dem 0,1 % - Niveau signifikant ab. Während die unterschiedliche Zahl richtiger Antworten bei den Hauptschülern und -mädchen nach dem Chi-Quadrat-Test als zufällig bezeichnet werden muß, ergeben sich bei den Realschülern geschlechtsspezifische Differenzen zugunsten der Jungen auf dem 1%-Niveau. Der erste Distraktor der Aufgabe erwies sich in beiden Schülergruppen als besonders attraktiv: Etwa 20,6 der Haupt- und 12,6 der Realschüler brachten den Krackprozeß mit einer Spaltung von Elementen in Verbindung. Die beiden restlichen Distraktoren wurden von den Hauptschülern zu je etwa 11 %, von den Realschülern zu etwa jeweils 6 % ausgewählt. Dieses Lösungsverhalten offenbart insbesondere unter Berücksichtigung der Antwortlücken bei den Hauptschülern wesentliche Kenntnismängel hinsichtlich der Verarbeitung höhermolekularer Produkte der Erdöldestillation.

Die Aufgabe 30 schließt den Subtest V ab. Die Schüler hatten in diesem Item die Aufgabe, jeweils einen Bestandteil des Benzins und des Erdgases aus einer vorgegebenen Reihe von Stoffen zu identifizieren. Die zu bestimmenden Substanzen sind so ausgewählt, daß sie als typisch bezeichnet werden können: Dem Erdgas ist Methan (SCHÖNWÄLDER, S. 23), dem Benzin das Oktan zuzuordnen. Die richtige Substanzzuordnung zum Erdgas gelang 40,4 % der Haupt- und 60,6 % der Realschüler. Noch ungünstigere Werte ergeben sich bei der Zuordnung des Oktans zum Benzin: Diese Teilaufgabe konnten nur 31,8% der Haupt- und 65,8 % der Realschüler richtig lösen. Wie in den beiden Aufgabenteilen ergibt sich auch bei der Betrachtung des Gesamtergebnisses dieses Items eine hochsignifikante Differenz (0,1%-Niveau) zwischen den Lösungen der

beiden Schülergruppen, in denen jeweils die Mädchen gegenüber den Jungen signifikant schlechtere Ergebnisse erzielten.

Auswertung der Aufgabe 3C

Richtige Zuordnungen:	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
Methan	80	42	122	116	93	209	331
Oktan	60	36	96	108	86	194	290
beide Zuordnungen richtig:	55	27	82	97	76	173	255
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
Methan	51,6	28,6	40,4	75,3	62,0	68,8	54,6
Oktan	38,7	24,5	31,8	70,1	57,3	63,8	47,9
beide Zuordnungen richtig:	35,5	18,4	27,2	63,0	50,7	56,9	42,1

Tab. 43

Die Auswertung der Items dieses Subtests demonstriert deutlich elementare Kenntnislücken bei den Schulabgängern der Haupt- und Realschulen. Sie legt nahe, daß sich diese Lücken nicht punktuell auf wenige Bereiche der Petrochemie begrenzen lassen, sondern das Resultat einer weitgehenden kognitiven Unsicherheit darstellen. Auf der Basis der hier mitgeteilten Daten ist der Schluß zu ziehen, daß die in den Berliner Rahmenplänen für Chemie geforderte Orientierungshilfe nur in sehr begrenztem Ausmaße gelungen ist. Dies ist um so bedauerlicher, als die Petrochemie mit ihrer enormen wirtschaftlichen Bedeutung und ihrer Aktualität in besonderem Maße für eine zeitgemäße Umweltorientierung prädestiniert sein dürfte.

5.1.5.6. Subtest VI: Nahrungsmittelchemie

Für die Besprechung der für die menschliche Ernährung grundlegenden Substanzen sieht der Chemieunterricht einen relativ weiten zeitlichen Rahmen vor. So sind für die Absolventen

Auswertung des Subtests VI

Punktsaal	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
0	16	14	30	0	0	0	30
1	17	18	35	4	2	6	41
2	21	28	49	8	14	22	71
3	29	30	59	25	26	51	110
4	24	20	44	25	29	54	98
5	14	19	33	31	24	55	88
6	13	6	19	27	31	58	77
7	8	8	16	13	8	21	37
8	11	4	15	15	10	25	40
9	2	0	2	5	6	11	13
10	0	0	0	1	0	1	1
	155	147	302	154	150	304	306

2. Prozentuale Häufigkeiten:

0	10,3	9,5	9,9	0	0	0	5,0
1	11,0	12,2	11,6	2,6	1,3	2,0	6,8
2	13,5	19,1	16,2	5,2	9,3	7,2	11,7
3	18,7	20,4	19,5	16,2	17,4	16,8	18,1
4	15,5	13,6	14,6	16,2	19,3	17,8	16,2
5	9,0	12,9	10,9	20,1	16,0	18,1	14,5
6	8,4	4,1	6,3	17,5	20,7	19,1	12,7
7	5,2	5,5	5,3	8,5	5,3	6,9	6,1
8	7,1	2,7	5,0	9,7	6,7	8,2	6,6
9	1,3	0	0,7	3,3	4,0	3,6	2,1
10	0	0	0	0,7	0	0,3	0,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. Mittelwerte:

$\bar{X} =$	3,6	3,2	3,4	5,1	4,8	4,9	4,2
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tab. 44

der 10. Klasse der Hauptschule etwa 22 Unterrichtsstunden vorgesehen. Darin kommt die große Bedeutung zum Ausdruck, die diesem Themenbereich zugemessen wird. Im Subtest VI wird durch eine erhöhte Zahl von Items versucht, diesem

Schwerpunkt zu entsprechen. Der Subtest setzt sich aus 10 Aufgaben zusammen und beschäftigt sich mit den in den Lehrplänen explizite erwähnten Teilthemen Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße.

Von den zehn erreichbaren Punkten erzielten die Hauptschüler im Durchschnitt 3,4 und die Realschüler 4,9 (Tabelle 44). Eine Aussage hinsichtlich der Signifikanz von Leistungs-differenzen der beiden Schülergruppen ist wiederum über den parameterfreien KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test möglich. Danach verteilen sich die Häufigkeiten der Haupt- und Realschüler in den Punktzahlfeldern signifikant unterschiedlich auf dem 0,1%-Niveau. In beiden Schulzweigen ergeben sich zwischen den Geschlechtern nur minimale Differenzen in den Mittelwerten zugunsten der Jungen. Nach dem genannten Prüfverfahren liegen signifikante Unterschiede nicht vor.

Die aus der Tabelle 44 ersichtlichen Mittelwerte verdeutlichen, daß selbst die im Testverfahren erfolgreichste Schülergruppe (Jungen der Realschulen) im Durchschnitt nur etwa die Hälfte der Testitems richtig beantworten konnte. Die Mädchen der Hauptschulen lösten durchschnittlich nur etwa jede dritte Aufgabe einwandfrei. Zieht man zur Beurteilung der Schülerleistungen die Häufigkeitsverteilungen hinzu, wird deutlich, daß im unteren Punktzahlbereich eine weit geringere Streuung als im oberen auftritt. Die Anzahl der unter dem arithmetischen Mittel liegenden Schüler übertrifft die der darüber liegenden. Dadurch erscheint das Resultat des Subtests in einem noch ungünstigeren Licht und verstärkt die Zweifel an einer fundierten Übersicht der Schulabgänger über die Nahrungsmittelchemie. Die Analyse der zehn Aufgaben des Subtests soll wiederum der Aufdeckung besonderer Kenntnisschwerpunkte oder -mängel dienen.

Die Testitems 31 bis 34 setzen sich mit den Kohlenhydraten auseinander. Die erste Frage bezieht sich auf die industrielle Herstellung von Traubenzucker. Zum richtigen Resultat konnten

die Schüler durch zweierlei Lösungsverhalten gelangen: Entweder sie kannten die Lösung aufgrund einer entsprechenden Erörterung im Unterricht oder sie erarbeiteten das richtige Ergebnis auf der Basis vorhandener Kenntnisse über den chemischen Aufbau der Stärke. Die zahlreichen falschen Antworten und Antwortlücken (Tabelle 45) lassen vermuten, daß für viele Schüler eine solche Ableitung der Lösung nicht in Betracht gezogen wurde oder mißlang. Die Tatsache, daß ledig-

Auswertung der Aufgabe 31

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	48	44	92	73	71	144	236
falsche "	73	68	141	57	51	108	249
keine "	34	35	69	24	28	52	121
	155	147	302	154	150	304	605
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	31,0	29,9	30,5	47,4	47,3	47,4	38,9
falsche "	47,1	46,3	46,7	37,0	34,0	35,5	41,1
keine "	21,9	23,8	22,8	15,6	18,7	17,1	20,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 45

lich 38,9 % der befragten Schulabgänger die richtige Lösung fanden, deckt schwerwiegende Kenntnismängel auf. Etwa die Hälfte der Realschüler (47,4%) wählte die richtige Alternative aus, in der Hauptschulgruppe ist nur von etwa jedem dritten Schüler eine richtige Lösung erzielt worden (30,5%). Diese Resultate führen zu einem auf dem 0,1%-Niveau signifikanten Unterschied im Lösungsverhalten beider Schülergruppen, in denen überzufällige geschlechtsspezifische Differenzen nicht zu ermitteln waren. Unter den Distraktoren erwies sich die Alternative Zuckerrohr als besonders attraktiv. Sie wurde von den Hauptschülern zu etwa 20%, von den Realschülern zu etwa 15% gewählt. Es ist anzunehmen, daß verbale und

inhaltliche Assoziationen zur Bevorzugung dieser Alternative führten. Die beiden verbleibenden Distraktoren (Weintrauben, Trockenobst) wurden in beiden Schülergruppen zu ungefähr gleichen Anteilen als richtige Lösung angesehen.

Im Item 32 hatten die Schüler darüber zu befinden, welches Reagenz sich zur Unterscheidung von Trauben- und Rübenzucker eignet. Als Alternativen waren folgende Substanzen vorgegeben: Fehlingsche Lösung, Lackmus-, Jod- und Stärkelösung. Es kann davon ausgegangen werden, daß bei der Besprechung der Kohlenhydrate im Unterricht die Identifizierung des Traubenzuckers mit Fehlingscher Lösung zumindest im Demonstrationsversuch illustriert wurde.⁺⁾ Mit 58,9% richtigen Ergebnissen

Auswertung der Aufgabe 32

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	63	51	114	91	88	179	293
falsche "	67	71	138	53	44	97	235
keine "	25	25	50	10	18	28	78
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	40,7	34,7	37,7	59,1	58,7	58,9	48,3
falsche "	43,2	48,3	45,7	34,4	29,3	31,9	38,8
keine "	15,1	17,0	15,5	5,5	12,0	9,2	12,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 46

lösten die Realschüler die Aufgabe signifikant besser als die Hauptschüler, die nur 37,7% einwandfreie Resultate erzielten. Unter Berücksichtigung der Bedeutung dieses Experiments muß das Ergebnis für beide Schülergruppen als enttäuschend bezeichnet werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Distraktorenanalyse. So meinten etwa 12% der Haupt-

^{+) Anmerkung: Diese Annahme ist aufgrund der Gespräche mit Lehrern zur Validierung des Tests gerechtfertigt. Außerdem darf nicht übersehen werden, daß dieses Experiment auch in der Biologie im Rahmen der Stoffwechselvorgänge seinen Stellenwert hat. (s. Rahmenpläne B III a 16, S. 13 und B III b 16, S. 13)}

schüler, Lackmuslösung sei ein geeignetes Reagenz zur Unterscheidung von Rüben- und Traubenzucker. Während die beiden restlichen als Distraktoren angebotenen Substanzen im Rahmen einer Unterrichtseinheit Kohlenhydrate als Nachweismittel relevant sind, ist bei der Lackmuslösung ein solcher Bezug kaum gegeben. Daher weist die Auswahl dieses Distraktors auf erhebliche Desorientierung hin. Realschülern unterlief dieser Fehler wesentlich seltener (etwa 5%). Die Jungen und Mädchen, die eine falsche Antwort auswählten, bevorzugten die vierte Alternative (Stärkelösung); Hauptschüler wählten diesen Lösungsvorschlag zu etwa 20%, Realschüler zu 17%. Es kann nur vermutet werden, daß diese Fehlentscheidung durch inhaltliche Assoziationen zwischen Rüben- und Traubenzucker einerseits und Stärkelösung andererseits begünstigt wurde. Erwähnenswert ist schließlich, daß zwar in beiden Schulzweigen die Jungen gegenüber den Mädchen die günstigeren Resultate erzielten, doch ist keine Signifikanz gegeben.

Ein positiveres Ergebnis erbrachte die Aufgabe 33, die den Stärkeabbau im menschlichen Körper zum Gegenstand hat. Aus den vorgegebenen Kohlenhydraten war der Traubenzucker als

Auswertung der Aufgabe 33

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1. Absolute Häufigkeiten:							
richtige Antw.	98	86	134	134	133	267	451
falsche "	38	47	85	17	11	28	113
keine "	19	14	33	3	6	9	42
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

richtige Antw.	63,2	58,5	60,9	87,0	88,7	87,8	74,4
falsche "	24,5	32,0	28,2	11,0	7,3	9,2	18,7
keine "	12,3	9,5	10,9	2,0	4,0	3,0	6,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 47

richtige Lösung zu identifizieren. Das Item stellt vom fachwissenschaftlichen Inhalt her eine Parallele zur Aufgabe 31

dar. Es war jedoch zu vermuten, daß diese Fragestellung sich stärker mit den unterrichtlichen Inhalten und Zielen deckt und somit Schülern eher zugänglich ist. Die gegenüber dem Item 31 wesentlich höhere Zahl richtiger Lösungen stützt diese Annahme: 60,9% der Haupt- und sogar 87,8% der Realschüler gelangten zum richtigen Resultat (Tabelle 47). Dadurch wird gleichzeitig deutlich, in welchem geringem Ausmaße von Schülern Transferleistungen erbracht werden können, wenn der Unterricht nicht ausdrücklich entsprechende Intentionen verfolgt. (JÜNGEL (3), S. 335 ff.; MEDNICK u.a., S. 132 ff.; WEINERT, S. 702 ff.) Die Häufigkeit der richtigen Lösungen differiert in den beiden Schülergruppen signifikant auf dem 0,1%-Niveau; die geschlechtsspezifischen Differenzen innerhalb dieser Gruppen müssen nach dem Chi-Quadrat-Test als zufällige Unterschiede angesehen werden. In Anbetracht der geringen Falschantworten bei den Realschülern sollen die Distraktoren nur hinsichtlich der Hauptschulgruppe untersucht werden: 6,3% der Hauptschüler meinten, Stärke werde zu Rübenzucker abgebaut, 11,6% entschieden sich für Milch- und 10,3% für Fruchtzucker. Diese Schüler zeigen, daß ihnen der strukturelle Aufbau der Stärke unbekannt und somit der Zugang zu einem wesentlichen Lebensprozeß verschlossen ist. Berücksichtigt man zusätzlich die nicht unerhebliche Zahl der Antwortlücken, kann das Resultat des Items 33 nur in der Realschulgruppe als zufriedenstellend angesehen werden.

Die Testaufgabe 34 beschäftigt sich mit dem Stärkenachweis und verlangt weit weniger fundamentale Kenntnisse als das vorhergehende Item. In der Nahrungsmittelchemie hat dieser Nachweis erhebliche Relevanz: Der Margarine wird Stärke zugesetzt, um sie mit Hilfe von Jodlösung leichter von Butter unterscheiden zu können. (CUNY - WEBER, S. 222) Haupt- und Realschüler lösten die Aufgabe zu etwa gleichen Anteilen richtig, so daß sich keine signifikanten Unterschiede ergeben. Auch hinsichtlich der Häufigkeit richtiger Lösungen zwischen Jungen und Mädchen sind keine Signifikanzen feststellbar.

Auswertung der Aufgabe 34

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	86	70	156	85	82	167	323
falsche "	47	60	107	61	53	114	221
keine "	22	17	39	8	15	23	62
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	55,5	47,6	51,7	55,2	54,7	54,9	53,3
falsche "	30,3	40,8	35,4	39,6	35,3	37,5	36,5
keine "	14,2	11,6	12,9	5,2	10,0	7,6	10,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 48

Unter den Distraktoren zeigte die Alternative Fehlingsche Lösung besondere Attraktivität. Die Hauptschüler wählten diese Antwort zu etwa 15%, die Realschüler zu 18%. Die Bevorzugung erklärt sich vermutlich aus der engen Beziehung dieses Nachweismittels zu den Kohlenhydraten. Die restlichen beiden Reagentien (Bleiacetat- und Lackmuspapier) wurden von den Realschülern zu etwa gleichen Anteilen angekreuzt, die Hauptschüler dagegen tendierten eher zur Auswahl des Lackmuspapiers. Es ist möglich, daß einer größeren Gruppe von Hauptschülern Bleiacetatpapier im Chemieunterricht überhaupt nicht begegnet ist und nach dem Bekanntheitsgrad entschieden wurde. Auch solche möglichen Auswahlkriterien sind geeignet, den ungünstigen Eindruck zu verstärken, in dem sich die Chemiekenntnisse der befragten Schüler bisher darstellten.

Mit den Testitems 35 bis 37 wurden punktuelle Kenntnisse zum Themenbereich Fette erhoben. Die Aufgaben befassen sich mit der Gewinnung und Zusammensetzung der Fette. Diese Inhalte wurden ausgewählt, weil sie den Themenbereich verhältnismäßig valide repräsentieren dürften und entsprechende Kenntnisse hohe Relevanz in der Umweltorientierung aufweisen.

Pflanzenfette werden sowohl durch Auspressen fetthaltiger Früchte als auch durch Extraktion gewonnen. Als Lösungsmittel rinnen vorwiegend Benzin und Petroläther in Verwendung. (KEMPER - FLADT, S. 297) Zwei Gründe führten dazu, im Item 35, das die Fettgewinnung zum Gegenstand hat, der Extraktion von Fetten mit Benzin gegenüber den anderen Verfahren den Vorzug zu geben:

- Der Chemieunterricht kann die Fettgewinnung durch Extraktion leicht im Soxhlet-Apparat oder im Reagenzglasversuch demonstrieren. (FLÖRKE (2), S. 306)
- Die Lösung von Fetten mit Benzin hat auch im Alltag bei der Beseitigung von Fettflecken Bedeutung.

Mit dieser Entscheidung war gleichzeitig eine Vereinfachung der Aufgabe intendiert. Trotzdem fiel den befragten Schulabgängern die Lösung sehr schwer: In beiden Gruppen gelangten nur etwa je 15 % zum richtigen Resultat (Tabelle 49). Die schlechteste Leistung erbrachten die Mädchen der Realschulen

Auswertung der Aufgabe 35

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	20	20	40	29	13	42	82
falsche "	79	39	118	48	61	109	227
keine "	56	88	144	77	76	153	297
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	12,9	13,6	13,2	18,8	8,7	13,8	13,5
falsche "	51,0	26,5	39,1	31,2	40,7	35,9	37,5
keine "	36,1	59,9	47,7	50,0	50,6	50,3	49,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 49

mit 8,7 % einwandfreien Ergebnissen, während die Realschuljungen mit 18,8 % das günstigste Resultat erzielten. Im Gegensatz zur Hauptschulgruppe ergibt sich hier zwischen den Geschlechtern eine signifikante Differenz hinsichtlich der

Zahl richtiger Lösungen. Auffällig sind die zahlreichen Antwortlücken, die bei Haupt- und Realschülern zu etwa gleichen Anteilen auftreten. Sie können nicht auf Zeitmangel bei der Bearbeitung des Tests zurückgeführt werden, sondern dürften ebenso Ausdruck massiver Kenntnismängel sein wie die falschen Antworten. Als Distraktoren dienten die folgenden Alternativen: Herauslösen mit Salzsäure, Wasser oder Natronlauge. Die Möglichkeit des Lösen von Fetten in Wasser wurde von den Schülern als verhältnismäßig gering eingeschätzt: Hauptschüler wählten diesen Distraktor zu 7 %, Realschüler zu 8 %. Die restlichen beiden Alternativen zeigten zum Teil erheblich größere Attraktivität, die vermutlich mit der im Unterricht erfahrenen Reaktionsfreudigkeit von Säuren und Laugen in Beziehung steht. Je etwa 16 % der Hauptschüler meinten, Fette seien in Säuren bzw. Laugen löslich. Die Realschüler dagegen zogen die Natronlauge (ca. 18 %) der Salzsäure (ca. 10 %) vor. Insgesamt zeigt dieses Item eine bemerkenswerte Fehlleistung der befragten Stichprobe.

Fette sind die Glycerinester der Fettsäuren und zerfallen bei längerer Lagerung unter bestimmten Voraussetzungen (hohe Luftfeuchtigkeit, Wärme) in Glycerin und Fettsäuren. (KEMPER - GREB - QUINZLER, S. 160) Mit diesem Sachverhalt setzt sich die Aufgabe 36 auseinander. In ihr wird vorgegeben, daß beim Ranzigwerden von Butter Fettsäuren entstehen. Die Schüler hatten festzustellen, daß als weitere Substanz Glycerin anfällt. Als Distraktoren dienten Wasser, Stärke und schweflige Säure. Die Realschüler erzielten in dieser Aufgabe 58,9 % richtige Lösungen (Tabelle 50) und übertrafen damit die Hauptschüler signifikant auf dem 0,1%-Niveau. Signifikante geschlechtsbezogene Differenzen lassen sich trotz des besseren Abschneidens der Jungen weder in der Haupt- noch in der Realschulgruppe ermitteln. Die Distraktoren wurden zu etwa jeweils gleichen Anteilen ausgewählt, die Antwortlücken haben ein vertretbares Ausmaß. Es erscheint nicht notwendig, daß Absolventen der 10. Klasse der Haupt-

Auswertung der Aufgabe 36

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	51	40	91	98	81	179	270
falsche "	85	80	165	50	58	108	273
keine "	19	27	46	6	11	17	63
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	32,9	27,2	30,1	63,6	54,0	58,9	44,6
falsche "	54,8	54,4	54,7	32,5	38,7	35,5	45,0
keine "	12,3	18,4	15,2	3,9	7,3	5,6	10,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 50

oder Realschule die Strukturformel eines beliebigen Fettes entwerfen können, auf einen Einblick in den prinzipiellen Aufbau dieses Grundbausteins menschlicher Ernährung sollte jedoch nicht verzichtet werden. Die insbesondere bei den Hauptschülern geringe Zahl richtiger Lösungen läßt daran zweifeln, daß solche Grundkenntnisse hinreichend verfügbar sind.

Der Anteil ungesättigter Fettsäuren in Fetten ist nicht nur aus ernährungsphysiologischen Gründen von Belang (essentielle Fettsäuren), sondern bestimmt auch die Konsistenz der Fette. Durch Hydrierung eines großen Teils der in den meist billigen Ölen enthaltenen ungesättigten Fettsäuren gelangt man zu festen Fetten, die die Basis der Margarineproduktion darstellen (katalytische Hydrierung nach NORMAN). (SICHELSCMIDT, S. 14; SEHER, S. 8, S. 15) Die Kenntnis der chemischen Grundlagen für die unterschiedliche Konsistenz der Fette bei Zimmertemperatur schätzten Lehrer als so wichtig ein, daß das Item 37 trotz seiner Abstraktheit in das Testverfahren aufgenommen wurde. Die von den Schülern erzielten Resultate entsprechen jedoch der Bedeutung keineswegs, die dieser Aufgabe von den Lehrern zugeschrieben wird: Nur 23,3 % der

Gesamtstichprobe konnten die Aufgabe richtig lösen (Tabelle 51). Die Realschüler gelangten mit 51,3 % signifikant häufiger zum richtigen Ergebnis als die Hauptschüler (15,2%). Bemerkenswert ist, daß in beiden Gruppen die Mädchen auswertung der Aufgabe 37

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	19	27	46	44	51	95	141
falsche "	69	57	126	67	58	125	251
keine "	67	63	130	43	41	84	214
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	12,3	18,4	15,2	28,6	34,0	31,3	23,3
falsche "	44,5	38,8	41,7	43,5	38,7	41,1	41,4
keine "	43,2	42,8	43,1	27,9	27,3	27,6	35,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 51

besser abschnitten als die Jungen. Signifikante Differenzen ergeben sich zwar nicht, aber es ist durchaus möglich, daß sich Mädchen für in vielen Schulen angebotene hauswirtschaftliche Kurse, in denen auch Ernährungsprobleme angeschnitten werden, in stärkerem Maße interessierten als Jungen und so auf diesem Gebiet einen Wissensvorsprung erzielten. (Senator für Schulwesen (4), S. 19, S. 49) Die Attraktivität der Distraktoren stellt sich in den beiden Schulzweigen sehr unterschiedlich dar: Etwa 19 % der Hauptschüler meinten, flüssige Fette enthielten einen höheren Wasseranteil als feste Fette (4. Alternative). Diese Antwort war den Realschülern vielfach zu trivial, sie wählten sie nur zu etwa 7 %. Sie bevorzugten die zweite Alternative (Feste Fette besitzen mehr ungesättigte Fettsäuren als flüssige Fette.) und brachten damit zum Ausdruck, daß die ungesättigten Fettsäuren mit der Konsistenz der Fette in Zusammenhang zu bringen sind. Diese Alternative wurde von etwa 20 % der Real-

schüler, aber nur von 10 % der Hauptschulabsolventen gewählt. Hinsichtlich der ersten Alternative (Abhängigkeit der Konsistenz der Fette von der Molekülgröße) nähert sich das Lösungsverhalten der Haupt- (ca. 13,3) und Realschüler (ca. 14,3) an. Die Zahl der richtigen Lösungen in diesem Item kann zwar nicht zufriedenstellen, es muß jedoch betont werden, daß der hier erfragte Zusammenhang sehr komplexer Natur ist und wesentlich günstigere Ergebnisse kaum zu erwarten waren.

Die letzten drei Aufgaben des Tests befassen sich mit den Eiweißen. Auch hier konnten die Schülerkenntnisse nur sehr punktuell ermittelt werden. Im Item 38 wird nach den Elementen gefragt, die in allen Eiweißen enthalten sein müssen. Fast 70 % der Realschüler konnten die Aufgabe richtig lösen. Sie erzielten damit ein hoch signifikant günstigeres Resultat als die Hauptschüler (Tabelle 52). Im Gegensatz zur Realschulgruppe sind bei den Hauptschülern keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen beobachtbar. Die

Auswertung der Aufgabe 38

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	74	55	139	116	95	211	350
falsche "	59	57	116	32	47	79	195
keine "	22	25	47	5	8	14	61
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	47,7	44,2	46,0	75,3	63,3	69,4	57,7
falsche "	38,1	38,8	38,4	20,8	31,3	25,0	32,2
keine "	14,2	17,0	15,6	3,9	5,4	4,6	10,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 52

Distraktoren wurden in beiden Schulzweigen zu etwa gleichen Anteilen ausgewählt.

Während die besprochene Aufgabe sich mit der elementaren Zusammensetzung der Eiweiße befaßt, wird mit dem Item 39 versucht, Kenntnisse zum strukturellen Aufbau der Eiweiße zu erheben: Die Schüler sollten die Aminosäuren im Gegensatz zu den Distraktoren Kohlenhydrate, Glucose- und Stärkekörnchen als Eiweißbausteine erkennen. Dieses Kenntnis ist wesentliche Voraussetzung für das Verständnis der Begriffe Peptide, Polypeptide und Proteine bzw. Proteide. Proteine bilden den Hauptbestandteil lebender Zellen und sind u.a. sowohl Träger der Energieprozesse in der Zelle (Mitochondrien) als auch der Erbinformationen (Chromosomen). (BUSCH-MAIER, S. 7 ff.) Da der menschliche Körper nur einen Teil der benötigten Aminosäuren synthetisieren kann, muß er die essentiellen Aminosäuren mit der Nahrung in Form von Eiweißen aufnehmen. Aus dem Fundus der Aminosäuren werden dann nach bestimmten Sequenzmustern körpereigene Eiweiße produziert. (LAUTENBACHLÄGER u.a., S. 458; HEINIGER-FRANCK, S. 265) Diese Hinweise dürften genügen, um die Bedeutung der Aminosäuren aufzuzeigen. Trotzdem gelangte nur ein relativ kleiner Teil der Schüler zur richtigen Lösung (Tabelle 53). Bei den Haupt-

Auswertung der Aufgabe 39

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	54	31	85	96	84	180	265
falsche "	59	73	132	54	63	117	239
keine "	42	43	85	4	3	7	52
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	34,8	21,1	28,1	62,3	56,0	59,2	43,7
falsche "	38,1	49,7	43,7	35,1	42,0	38,5	47,7
keine "	27,1	29,2	28,2	2,6	2,0	2,3	8,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 53

schülern sind die Kenntnislücken besonders gravierend. Nur etwa ein Viertel von ihnen wählte die richtige Alternative

(28,1%), während die Realschüler die Aufgabe zu fast 60 % einwandfrei lösten und damit ein auf dem 0,1%-Niveau signifikant besseres Resultat erzielten. In beiden Schulzweigen gelangten die Mädchen zu schlechteren Ergebnissen als die Jungen, doch nur im Hauptschulbereich ist die Differenz signifikant (2%-Niveau). Die große Unsicherheit der Hauptschüler bei der Lösung dieses Items zeigt auch in der hohen Zahl der Antwortlücken zum Ausdruck. Es wird vermutet, daß sich zahlreiche Schüler zur Nichtbeantwortung entschlossen, weil sie im Chemieunterricht mit dem erfragten Begriff überhaupt nicht konfrontiert worden waren. Als Ursache dafür können der hohe Komplexitätsgrad der Eiweißchemie und der fast chronische Zeitmangel des Chemieunterrichts an der Hauptschule angeführt werden.

Unter den Distraktoren kreuzten die Schüler die Kohlenhydrate besonders häufig an. Sie zogen bei Haupt- und Realschülern etwa je 20% der Antworten auf sich; die restlichen Wahlen entfielen zu etwa gleichen Teilen auf die verbleibenden Distraktoren. Diese Analyse legt nahe, daß viele Schulabgänger mit nur unzureichenden Kenntnissen zur Eiweißchemie die Schule verlassen haben. Das erscheint um so bedenklicher, als dieses Gebiet gleichzeitig vom Fach Biologie abgedeckt wird. (vgl. Rahmenplan Hauptschule B III a 16, S. 13; Rahmenplan Realschule B III b 16, S. 13)

Die letzte Aufgabe geht über den Ernährungsbereich hinaus: Es wird überprüft, ob den Schulabgängern die unterschiedliche Struktur von Baumwolle, Zellulose und Zellwolle einerseits und Schafwolle andererseits bekannt ist. Da der Aufbau von Fasern für die Behandlung der daraus hergestellten Gewebe von Bedeutung ist (waschen, bügeln etc.), weist das Testitem hohe Umweltrelevanz auf. Die Hauptschüler erzielten in dieser Aufgabe ein günstigeres Resultat als die Realschüler (Tabelle 54), jedoch ist die Differenz nicht signifikant. Es kann vermutet werden, daß die praxisorientierte Ausrichtung

Auswertung der Aufgabe 4C

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	52	44	96	34	42	76	172
falsche "	69	70	139	97	87	184	323
keine "	34	33	67	23	21	44	111
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
richtige Antw.	33,6	29,9	31,8	22,1	28,0	25,0	28,4
falsche "	44,5	47,6	46,0	63,0	58,0	60,5	53,3
keine "	21,9	22,5	22,2	14,9	14,0	14,5	18,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 54

des Chemieunterrichts in der Hauptschule gegenüber dem eher theoriezentrierten Unterricht der Realschule zu diesem Ergebnis beigetragen hat. In beiden Schulzweigen läßt sich eine signifikante geschlechtsspezifische Differenz nicht ermitteln. Aufgrund des Lösungsverhaltens der Schulabgänger kann angenommen werden, daß nur einem geringen Teil von ihnen der grundsätzlich unterschiedliche Aufbau tierischer und pflanzlicher Fasern bekannt ist. Damit dürfte ein wesentliches Lernziel des Chemieunterrichts in Haupt- und Realschulen nicht erreicht sein.

Der Subtest VI deckt in Teilbereichen der Chemie der Zucker, Fette und Eiweiße erhebliche Kenntnislücken auf, deren Generalisierbarkeit auch auf andere Gebiete zulässig sein dürfte. Die hier dargestellten Mängel sind um so bedeutender, als diese Inhalte gleichzeitig zum Gegenstandsbereich der Biologie gehören und somit besonders leicht verfügbar sein sollten. Die Resultate des Subtests VI spiegeln jedoch einen zweifachen Lernprozeß bei den befragten Schulabgängern nicht wider. Zusammenfassend muß angenommen werden, daß die gravierenden Lücken in den chemischen Kenntnissen der Absolventen der Haupt- und Realschulen das Verständnis ernährungs- politischer Probleme zumindest erschweren.

5.1.5.7. Signifikanzen in Subtests und Testitems

Die in den Subtests und Testitems ermittelten Signifikanzen sind im Anhang zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, daß sich Haupt- und Realschüler bis auf den stark praxisorientierten Subtest I in allen Untertests signifikant unterscheiden. Das Signifikanzniveau liegt in vier Untertests bei 0,1%, im Subtest IV wird ein Niveau von 1% erreicht. Ähnlich eindeutige Resultate ergeben sich in den Testitems: In nur wenigen Aufgaben ließ sich keine signifikante Differenz ermitteln. Es dürfte daher berechtigt sein, generalisierend davon auszugehen, daß die Leistungsdifferenzen zwischen den Schulzweigen sich nicht auf wenige Teilgebiete der Chemie erstrecken, sondern genereller Art sind. Zu wesentlich anderen Resultaten gelangt man bei der Analyse geschlechtsorientierter Vergleiche. Hier ergeben sich für den Bereich der Hauptschule in vier Subtests und 30 Testitems keine signifikanten Leistungsunterschiede. Die restlichen Signifikanzprüfungen fallen zugunsten der Jungen aus. Daraus läßt sich eine leichte Unterlegenheit der Mädchen ableiten, die auch in den Signifikanzberechnungen zum Gesamttest ihren Niederschlag findet (s. S. 20). In der Realschulgruppe treten signifikante Leistungsdifferenzen zwischen Jungen und Mädchen wesentlich häufiger auf: So konnten in vier der sechs Subtests und in 20 Testitems Unterschiede festgestellt werden, die die Jungen als signifikant leistungsstärker ausweisen. Dieser Vorsprung ist in den ersten vier Untertests stärker ausgeprägt als auf den Gebieten der Petro- und Nahrungsmittelchemie. Das Resultat legt einen Vergleich der Jungen der Hauptschule mit den Mädchen der Realschule nahe. In zwei Subtests sind die Hauptschüler, in drei Untertests die Realschulmädchen signifikant überlegen. Hinsichtlich der Testitems erzielten die Mädchen in 19 Aufgaben die günstigeren Resultate, die Jungen dagegen nur in 6 ; in 15 Aufgaben sind die Differenzen nicht signifikant. Obwohl sich im Gesamttest für diese Gruppen auf dem 0,1%-Niveau überzufällige

Unterschiede ergeben (s.S. 32), ist hier eine deutliche Annäherung der beiden Schulzweige beobachtbar. Beim Vergleich der Jungen der Haupt- und Realschulen ergibt sich bis auf den Subtest I eine eindeutige Überlegenheit der Realschüler. Sie beruht also nicht auf punktuellem Basiswissen in engen Teilbereichen der Chemie, sondern resultiert aus weiter angelegten Kenntnissen. Zu ähnlichen Ergebnissen führt der Vergleich signifikanter Differenzen zwischen den Mädchen der Haupt- und der Realschulen. Die Überlegenheit der Realschulmädchen ist hier jedoch geringer ausgeprägt.

5.1.5.8. Vergleich der Subtestresultate

Während bisher die Subtests und Testitems einer isolierten Analyse unterzogen wurden, wird hier eine vergleichende Betrachtung der Subtestresultate angestrebt. Vergleichsbasis sind die von den Haupt- bzw. Realschülern erreichten arithmetischen Mittel, die als Prozentzahlen zur jeweiligen Maximalpunktzahl relativiert werden (Abbildung 5). Daraus resultieren für beide Schulzweige Leistungskurven, die in ihren Strukturen erhebliche Gegensätze aufweisen. Während

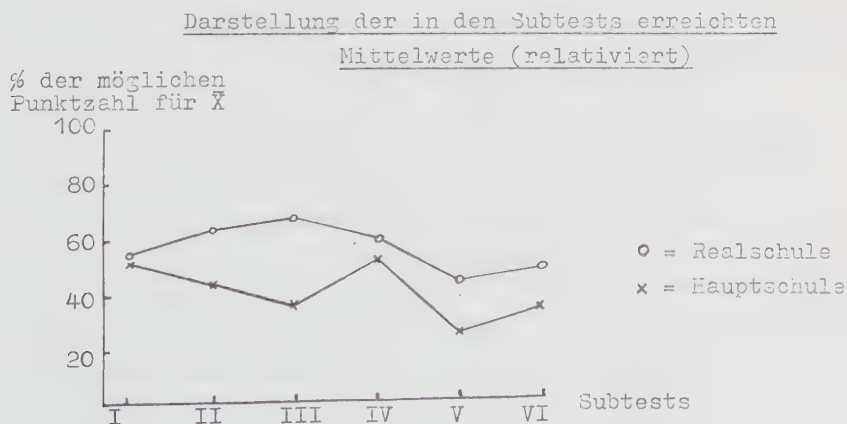


Abb. 5

bei den Realschülern in den ersten drei Subtests ein Leistungsanstieg auftritt, ist bei den Hauptschülern eine fallende Tendenz zu beobachten. Dies erklärt sich aus der zunehmenden theoretischen Ausrichtung der ersten Subtests (vgl. Rahmenplan A III a, S. 1): Gegenstand des Untertests I sind praktisch orientierte Fragestellungen (Arbeitsgeräte, Arbeitstechniken etc.), der Subtest II beschäftigt sich auf höherem Abstraktionsniveau mit chemischen Elementarkenntnissen, und im anschließenden Subtest steht die chemische Zeichensprache im Vordergrund. Das gegensätzliche Abbild der Schülerleistungen in den beiden Schulzweigen kann als konkreter Hinweis auf einen erheblich stärker theoretisch ausgerichteten Chemieunterricht in der Realschule interpretiert werden. Diese Ansicht wird gestützt durch den großen Leistungsunterschied im Subtest III, der alle anderen Subtestdifferenzen weit übersteigt. Als weiteres Kennzeichen ist die Verteilung der Leistungsmaxima bei Haupt- und Realschülern zu sehen: Die Hauptschulabsolventen erzielten die besten Resultate im Subtest I, die Absolventen der Realschulen im dritten Untertest. Nicht auszuschließen ist jedoch bei den Hauptschülern eine auf dem Sektor der chemischen Zeichensprache besonders ausgeprägte Frustration, die das dargestellte Leistungstief verursachte. (BECKER, S. 23 ff.; CORRELL, S. 76, S. 179 f.) Eine Annäherung der Ergebnisse im Verlaufe des Testverfahrens ist im Subtest IV zu beobachten. Als Ursache dafür wird die in den Items wieder stärker auftretende praktische Komponente anzusehen sein. Die Leistungskurven der beiden Schulzweige verlaufen von hier aus auf unterschiedlichem Niveau nahezu identisch. Für Haupt- und Realschulen ergibt sich im Subtest V das ungünstigste Ergebnis, so daß eine Vernachlässigung der Petrochemie im Unterricht angenommen werden kann. Eine Verursachung dieses Resultats durch das Testverfahren ist aufgrund der Erprobungen unwahrscheinlich. Dafür spricht auch der nur mäßige Leistungsanstieg im letzten Untertest, der sich mit der Nahrungsmittelchemie befaßt. In

diesem Bereich erzielten sowohl die Haupt- als auch die Realschüler das zweitschlechteste Resultat. Hier wird brennpunktartig deutlich, welche möglicherweise folgenschweren Lücken der Chemieunterricht in beiden Schulzweigen hinterläßt.

5.1.6. Bewertung des Testverfahrens

Nach der Darstellung und Analyse der mit dem Test erhobenen Daten wird die Qualität des Verfahrens überprüft. Zunächst werden Informationen über die Aufgabenschwierigkeit und Trennschärfe gegeben, anschließend wird auf wichtige Gütekriterien des Tests (Objektivität, Reliabilität und Validität) eingegangen.

5.1.6.1. Schwierigkeit der Items

"Die Schwierigkeit einer Aufgabe wird allgemein definiert als der prozentuale Anteil derjenigen Personen der Analysenstichprobe mit dem Umfang N, die die Aufgabe richtig beantworten." (SARRIS-LIENERT, S. 299) Die Schwierigkeitsindices P wurden in allen Multiple-choice-aufgaben nach folgender von LIENERT für die vollständige Aufgabendarbietung vorgeschlagenen Formel berechnet, die den Einfluß der Ratewahrscheinlichkeit berücksichtigt (Zufallskorrektur⁺):

$$P = 100 \cdot \frac{N_R - \frac{N_F}{m-1}}{N} \quad (\text{LIENERT, S. 89})$$

Darin bedeuten: N_R = Anzahl der richtigen Lösungen,
 N_F = Anzahl der falschen Lösungen,
 N = Gesamtzahl der am Test Teilnehmenden,
 m = Anzahl der Wahlmöglichkeiten.

Die Schwierigkeitsindices wurden nicht zufallskorrigiert, wenn

⁺) Anmerkung: Die Zufallskorrektur stellt für diesen Test ein sehr strenges Verfahren dar, weil den Schülern in den Testanweisungen das Raten der Lösungen nicht nahegelegt wurde.

die Ratewahrscheinlichkeit p unter 0,25 absank. (LIENERT, S. 88 ⁺) Da der Schwierigkeitsgrad keine konstante Eigenschaft eines Testitems darstellt, sondern von der befragten Stichprobe oder Population abhängig ist, wurden die Indices getrennt nach Haupt- und Realschülern ermittelt. (ROSEMAN, S. 206) Eine Auflistung der Schwierigkeitsindices mit Verfahrenshinweisen befindet sich im Anhang, eine Klassifizierung dieser Daten ist in der Tabelle 55 wiedergegeben. Daraus

Schwierigkeits- index		Zahl der Items in Hauptschulen Realschulen	
bis	19	11	5
20	- 39	19	8
40	- 59	6	17
60	- 79	4	4
80	und höher	0	6

Tab. 55

ist ersichtlich, daß sich für die Realschulen eine optimale Verteilung der Indices ergibt: Es sind alle hier angegebenen Schwierigkeitsklassen besetzt, die meisten Testitems liegen auf dem mittleren Schwierigkeitsniveau. (LIENERT, S. 71, S. 130 f.) Im Hauptschulbereich tendieren die Items zu zunehmender Schwierigkeit, so daß sich eine weniger günstige Verteilung ergibt. Eine solche Verteilungsdifferenz ist eine notwendige Konsequenz, die sich aus dem Anspruch des Testverfahrens ergibt, für beide Schülergruppen relevant zu sein. Es muß betont werden, daß sich die gelegentlich geforderte Eliminierung schwerer oder leichter Items aus dem Test (ROSEMAN, S. 206; ZWIRTZ, S. 358; dagegen: LIENERT, S. 71; SCHRADER, S. 450) aufgrund der Kriteriumorientierung des Verfahrens hier verbietet. (DUSS u.a., S. 68; ZIELINSKI (2), S. 905; INGEMKAMP (1), S. 60; MERZYN, S. 224; JACKSON, S. 99) Das Ausscheiden solcher Aufgaben hätte einen erheblichen

⁺) Anmerkung: Die Berechnungsformel lautet dann: $P = 100 \frac{NR}{I}$.

Validitätsverlust zur Folge; Aussagen über den Grad der Verfügbarkeit von in den Berliner Rahmenplänen für Chemie vorgesehenen Inhalten könnten nur in reduzierter Form vorgenommen werden.

Zusammenfassend kann man davon ausgehen, daß die Schwierigkeitsanalyse im Bereich der Realschulen zu einem sehr günstigen Resultat führt, das nach dem bisherigen Untersuchungsergebnis keine Entsprechung bei den Hauptschülern finden kann. Ihre Leistungsschwäche gegenüber den Realschülern muß sich in niedrigeren Schwierigkeitsindices niederschlagen. Das Testverfahren kann daher in seinem Schwierigkeitsniveau als angemessen bezeichnet werden.

5.1.5.2. Trennschärfe

Die Notwendigkeit der Berechnung der Trennschärfe ergibt sich aus dem Bemühen, dem erarbeiteten Testverfahren neben der Kriteriumorientierung eine normbezogene Komponente zu verleihen. (INGENKAMP (3), S. 420) Dadurch soll die Möglichkeit geschaffen werden, Schüler entsprechend ihrem Leistungsniveau im Fach Chemie zu differenzieren. "Die Trennschärfe eines Items bedeutet den Grad, mit dem die Aufgabe zwischen guten (leistungsstarken) und schlechten (leistungsschwachen) Schülern trennen (unterscheiden) kann. Eine Aufgabe ohne jede Trennschärfe würde von guten und schlechten Schülern in gleicher Weise beantwortet werden" (ROSEMAN, S. 206 f.) "Der Trennschärfekoeffizient einer Aufgabe ist gleich dem Korrelationskoeffizienten zwischen der Aufgabenantwort und dem Rohwert." (LIENERT, S. 93) Da die Aufgabenantworten dichotomer Art sind (richtig oder falsch), jedoch als Endpunkte einer quantitativ abgestuften Normalverteilung interpretiert werden können, während bei den Rohwerten eine Intervallskala vorliegt, wären biseriale Korrelationskoeffizienten zu berechnen. (INGENKAMP (4), S. 158 f.) Um zu optimistische Werte zu vermeiden, wird jedoch die Berechnung der punktbiserialen Korrelationskoeffizienten empfohlen. (LIENERT, S. 99) Die Trennschärfe wurde daher für die Teilstichproben

nach folgender Formel berechnen:

$$r = \frac{\bar{X}_R - \bar{X}}{s_x} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (\text{LIEMERT, S. 94})$$

Darin bedeuten:

- $\bar{X}_R$ = arithmetisches Mittel der Testrohwerte jener Schüler, die die Aufgabe richtig beantworteten,
- $\bar{X}$ = arithmetisches Mittel aller Testrohwerte,
- s_x = Standardabweichung der Testrohwerte aller Schüler,
- p = Zahl der Schüler mit richtiger Lösung dividiert durch die Gesamtzahl der am Test teilnehmenden Schüler,
- q = $1 - p$.

Die sich ergebenden Trennschärfekoeffizienten sind im Anhang zusammengestellt; die Tabelle 56 gibt diese Werte in Form klassifizierter Häufigkeiten wieder. Es zeigt sich, daß nur

Trennschärfekoeffizient	Zahl der Items in	
	Hauptschulen	Realschulen
bis 0,09	1	2
0,10 - 0,19	5	5
0,20 - 0,29	11	12
0,30 - 0,39	6	11
0,40 - 0,49	9	6
0,50 - 0,59	4	4
0,60 und höher	4	0

Tab. 56

wenige Items eine Trennschärfe unter 0,20 aufweisen. Damit qualifiziert sich der Test als ein Verfahren, das durchaus geeignet ist, Schüler entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit zu differenzieren. Die Eliminierung nicht hinreichend trennscharfer Items ist nicht ratsam, weil die gleichzeitig angestrebte Überprüfung des Kriteriums an Gültigkeit verliert. (POPHAM-HUSEK, S. 53) Die doppelte Zielrichtung des verwendeten Testverfahrens, sowohl kriterium- als auch normorientierte Leistungsmessungen zuzulassen, zwingt zu Zugeständnissen

hinsichtlich der Trennschärfe der Items. Unter diesem Aspekt kann die Höhe der Trennschärfeindizes als zufriedenstellend angesehen werden.

5.1.5.3. Gütekriterien des Tests

Zu den Gütekriterien eines Testverfahrens gehören die Objektivität, die Reliabilität und die Validität. Hinsichtlich der Objektivität sind nach LIENERT drei Aspekte voneinander zu unterscheiden: Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität. (LIENERT, S. 13 f.) Mit der Durchführungsobjektivität wird eine Aussage über den Grad der Standardisierung der Testsituation vorgenommen. Schriftliche Testinstruktionen und darin enthaltene exakt beschriebene Arbeitsanweisungen für die Testbearbeiter, wie sie in diesem Testverfahren vorgesehen waren, sind geeignet, ein hohes Maß an Durchführungsobjektivität zu gewährleisten. Weitergehende Faktoren (Durchführung des Tests zu einer bestimmten Tageszeit oder in genau definierten räumlichen Gegebenheiten) konnten bei der Testdurchführung nicht berücksichtigt werden. Es ist davon auszugehen, daß der Einführungsbrief und die schriftlichen Testinstruktionen zu beträchtlicher Einengung der Verhaltensvariationen der Lehrer führten und hohe Durchführungsobjektivität gegeben ist. Die "Auswertungsobjektivität betrifft die numerische oder kategoriale Auswertung des registrierten Testverhaltens nach vorgegebenen Regeln." (LIENERT, S. 13) Sie ist im dargestellten Testverfahren gegeben, da die Auswertung aufgrund vorgegebener Kategorien allein vom Verfasser vorgenommen wurde. (vgl. DUIT, S. 51) Der Begriff der Interpretationsobjektivität bezieht sich auf das Problem der möglicherweise unterschiedlichen Ausdeutung des Testresultats. Da der verwendete Test numerische Daten erbringt, ist dieser Aspekt der Objektivität optimal erfüllt. (LIENERT, S. 14)

Das Kriterium der Reliabilität trifft eine Aussage darüber, in welchem Maße ein Testverfahren zuverlässig mißt, der Reliabilitätskoeffizient gibt Auskunft über den Grad der Reproduzierbarkeit von Testresultaten unter konstanten Bedingungen. Dieser Wert läßt völlig außer acht, ob der Test tatsächlich in der gewünschten Zielrichtung Daten erhebt. (DIETERICH, S. 143) Zur Bestimmung der Reliabilität bieten sich verschiedene Methoden an, von denen zwei zur Überprüfung des verwendeten Testverfahrens herangezogen werden.

Zunächst wird die Reliabilität nach der Methode der inneren Konsistenz des Tests bestimmt (Konsistenzanalyse). Sie setzt eine nur einmalige Testdarbietung voraus und geht von der Annahme aus, "daß man einen Test nicht nur in zwei vergleichbare Hälften (Verf.: Splif-half-Verfahren), sondern in ebenso viele Teile untergliedern kann, als Aufgaben vorhanden sind." (LIENERT, S. 226) Die Verwendung der Konsistenzanalyse ist nur für homogene Tests zulässig. Die Homogenität des Testverfahrens wird hergeleitet sowohl aus hohen Korrelationswerten ($r > 0,50$) zwischen den Scores der Subtests und dem Gesamttest als auch aus Interkorrelationen der Subtests (vgl. Korrelationsmatrix im Anhang). (SARRIS-LIENERT, S. 302) Außerdem wurde die Interkorrelationsmatrix der Subtests einer Faktorenanalyse nach der Hauptkomponentenmethode unterworfen. (ÜBERLA, S. 93 ff.) Die Berechnung ergab hohe Ladungen der Untertests auf nur einem gemeinsamen Faktor⁺ (vgl. Anhang). Da die Faktorenladung aufgefaßt werden kann als Korrelationskoeffizient zwischen dem Faktor und dem jeweiligen Subtest, sind hohe Ladungswerte auf einem gemeinsamen Faktor Ausdruck der Homogenität der Untertests. (HERRMAN S. 112; FRICKE (2), S. 31; SARRIS-LIENERT, S. 302) Die faktorenanalytische Untersuchung der Subtestkorrelationen läßt also die Anwendung der Konsistenzanalyse zur Bestimmung

⁺) Anmerkung: Die Faktorenanalyse dient hier lediglich der Rechtfertigung der Durchführung einer Konsistenzanalyse. Die Benennung des Faktors, die einen interpretativen Charakter besitzt, kann deshalb unterbleiben.

der Reliabilität angemessen erscheinen. Der Reliabilitätskoeffizient r_{tt} wurde nach folgender von HORST vorgeschlagenen Formel berechnet:

$$r_{tt} = 1 - \frac{n - \bar{X}}{m s^2} \quad (\text{LIENERT, S. 228})$$

In dieser Formel stehen n für die Itemzahl, $\bar{X}$ für das arithmetische Mittel, m für die Wahlmöglichkeiten pro Item und s^2 für die Varianz. Wegen der Vergabe von zwei Punkten im Item 20 wurde diese Aufgabe doppelt gezählt, die Zahl der möglichen Wahlen generell auf vier festgesetzt. Beide Maßnahmen bewirken eine Herabsetzung des Reliabilitätskoeffizienten. Es ergibt sich ein Koeffizient von 0,90 in den Hauptschulen und ein Wert von 0,89 in den Realschulen. Sie sind als zufriedenstellend anzusehen. (BELSER (1), S. 142)

Weiterhin erfolgte die Feststellung der Reliabilität nach der Retest-Methode. Dabei würde folgendermaßen verfahren: In zwei von der Hauptbefragung nicht betroffenen Schulen (eine Haupt- und eine Realschule) wurden entsprechend den Testinstruktionen Schüler der 10. Klasse getestet. Nach einem Zeitraum von zwei Wochen wurde das Testverfahren erneut geboten. Diese Zeitspanne ergab sich als Kompromiß aus folgenden Überlegungen: Werden Test und Retest zu kurz hintereinander geboten, kann die Erinnerung an Lösungen im ersten Test die des zweiten beeinflussen, so daß eine Tendenz zu gleichartiger Antwort die Reliabilität erhöht. Dagegen ist zu berücksichtigen, daß das zu messende Persönlichkeitsmerkmal Veränderungen durch den Chemieunterricht und Vergessensprozessen unterliegt. (LANGFELDT, S. 110) Zu lange Zeiträume werden also die Reliabilitätswerte vermindern, ohne daß dies zulasten des Testverfahrens geht.

Auswertbar für die Reliabilitätsbestimmung waren nur die Daten der Schüler, von denen zwei Arbeiten vorlagen. Insgesamt konnten die Tests von 56 Haupt- und 49 Realschülern in die Berechnung aufgenommen werden. Die Koeffizienten wurden über die Produkt-Moment-Korrelation bestimmt. Sie betragen für

die Hauptschule 0,84 , für die Realschule 0,81 und liegen damit auf vergleichbarem Niveau mit standardisierten Schulleistungstests. (BRICKENKAMP, S. 338 ff.) Der erarbeitete Test kann also als reliables Meßinstrument angesehen werden.

Die Bestimmung der Validität gestaltet sich erheblich schwieriger (vgl. JÄGER, S. 193 ff.). Von den verschiedenen Aspekten der Gültigkeit sollen hier nur die Inhalts- und Übereinstimmungsgültigkeit erörtert werden. (DRENTH, S. 185 ff.) Zwar wird einem Schulleistungstest gelegentlich inhaltliche Gültigkeit ohne Prüfung unterstellt (LIENERT, S. 260), doch soll dies nicht auf den verwendeten Test übertragen werden. Wie in den Abschnitten 3.2. und 3.3. dargestellt, erstreckte sich die Feststellung der Inhaltsvalidität auf Analysen der Rahmenpläne für Chemie, auf die Überprüfung von Schulbüchern, auf nicht formalisierte Lehrerbefragungen und hinsichtlich der Testendform auf ein Expert-rating durch Chemielehrer. (LIENERT, S. 256) Damit ist der Gesichtspunkt der inhaltlichen Validität hinreichend berücksichtigt worden.

Zur Ermittlung der Übereinstimmungsgültigkeit, die als Sonderfall der kriterienbezogenen Validität anzusehen ist (LIENERT, S. 257), bietet sich prinzipiell die Verwendung der Schulnoten im Fach Chemie an. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß Schulnoten nicht nur Beurteilungen eines bestimmten Leistungsniveaus sind, sondern daß ihnen weiterführende Funktionen, auch pädagogischer Art (DOHSE, S. 56 ff.), zukommen (vgl. Abschnitt 5.2.1.). Dies verursacht im allgemeinen niedrige Korrelationen zwischen Schulleistungstest und Schulzensuren. (BACHER, S. 562, S. 564 f.; SARDI, S. 636 f.)

Für die vorliegende Untersuchung ist ferner zu beachten, daß die Schulnoten nur mittelbar über die Schüler durch deren Schätzurteil ermittelt werden konnten, da die tatsächlichen Noten noch nicht festlagen. Wegen dieser Faktoren und wegen des Fehlens eines verlässlichen Außenkriteriums wurde auf die

Übereinstimmungsvalidität verzichtet. Dem Abschnitt 5.2.1. ist jedoch zu entnehmen, daß aufgrund einer positiven Korrelation zwischen Testresultaten und Schulnoten der Chemietest die richtige Meßtendenz aufweist.

5.1.7. Interpretation individueller Testresultate

Da das verwendete Testverfahren nicht nur einer Bestandsaufnahme der zu einem bestimmten Zeitpunkt bei Schulabgängern verfügbaren Chemiekenntnisse dienen sollte, sondern auch die Aufgabe hat, die Messung der individuellen Leistungen von Schülern zu ermöglichen, werden dieser Untersuchung Normentabellen beigelegt (s. Anhang). Sie enthalten getrennt nach Haupt- und Realschülern Prozentrangplätze, die der Interpretation besonders leicht zugänglich sind und in Schulleistungstests allgemein Verwendung finden.

Prozentrangnormen haben jedoch den Nachteil, daß sie keine Intervallskala darstellen. Sie sind im Häufigkeitsmaximum gekennzeichnet durch weit auseinanderliegende Werte bei nur geringen gemessenen Leistungsdifferenzen und täuschen daher in diesem Bereich große Unterschiede vor. (INGENKAMP (1), S. 71) Aus diesem Grunde wurden für die Normentabellen aus den Prozenträngen die entsprechenden T-Werte errechnet, die die Qualität einer Intervallskala mit den Parametern $\bar{X} = 50$ und $s = 10$ aufweisen. (LIEBERT, S. 333, S. 339) An dieser Skala lassen sich außerdem Abweichungswerte unmittelbar bestimmen.

5.1.7.1. Standardmeßfehler

In die Messung der Kenntnisse eines Schülers geht ein Fehler ein, der durch die Zuverlässigkeit des Testverfahrens bestimmt wird. Diese Meßungenauigkeit wird als Standardmeßfehler bezeichnet. Mit seiner Hilfe läßt sich das Vertrauensintervall eines konkreten Testwertes definieren. (LIEBERT, S. 453) Dies bedeutet, daß auf der Basis eines gewählten

Signifikanzniveaus Grenzen ober- und unterhalb des von einem Schüler erreichten Punktwertes abgesteckt werden können. Im allgemeinen legt man bei Schulleistungstests für das Vertrauensintervall einen Wahrscheinlichkeitsgrad von $p = 0,68$ zugrunde. (INGENKAMP (2), S. 164) Daraus läßt sich herleiten, daß das Vertrauensintervall einen Punktebereich abdeckt, der einen Standardmeßfehler unterhalb des gemessenen Wertes beginnt und entsprechend oberhalb des Meßwertes endet. Für dieses Punkteband ist die Aussage zulässig, daß der wahre Meßwert eines Schülers mit 68% Wahrscheinlichkeit innerhalb des Bandes liegt. Die Erarbeitung von darauf beruhenden Normenbändern hilft, Fehleinschätzungen von Meßwerten zu verhindern. (SCHÄNDER, S. 996 f.) Leider werden in zahlreichen Schulleistungs-, Eignungs-, Persönlichkeits- und sogar Intelligenztests solche Normenbänder nicht dargestellt. (BELSER (2), S. 20 ff.; FISCH u.a., S. 11 ff.) Damit wird der Ansicht über eine hohe Meßgenauigkeit von Tests Vorschub geleistet, ohne daß dies den Tatsachen entspricht und oft auch nicht entsprechen kann. Es ist zu betonen, daß solche Überlegungen nur für die Individualmessung gelten, nicht aber für Aussagen über Gruppen, weil hier berechtigt von einer Randomisierung ausgegangen werden kann.

Für Haupt- und Realschüler wurde auf der Basis der Retest-Reliabilität ein Standardmeßfehler von 3 Punkten ($p=0,68$) errechnet. (LIEBERT, S. 453) Dieser Wert ist in die Berechnung der Normenbänder eingegangen. Durch die Verwendung der Koeffizienten aus der Retest-Reliabilität wird eine strengere Norm angelegt, als sie sich aus dem Einsatz der günstigeren Werte der Konsistenzanalyse ergeben hätte.

5.1.7.2. Beurteilung individueller Differenzen

Die Normenbänder gestatten eine rasche Beurteilung, ob die Punktedifferenz zweier Schulleistungstests als zufällig anzusehen ist oder nicht. "Wenn sich die Normenbänder zweier

Schüler überlappen, dann müssen wir annehmen, daß sich ihr Testergebnis nur zufällig unterscheidet..... Überschneiden sich die Normenbänder nicht, dann können wir annehmen, daß sich die Testergebnisse tatsächlich unterscheiden, daß die 'wahren' Werte verschieden sind." (I. Belland (2), S. 184) An dieser Stelle zeigt sich, mit welcher Vorsicht interindividuelle Differenzen in Testverfahren interpretiert werden müssen. (REULECKE-ROLLETT, S. 182) Die Testliteratur neigt dazu, diese methodischen Probleme zu verschweigen und trägt damit zu einer häufig bei Schulpraktikern vorhandenen überhöhten Wertschätzung von Tests bei. Darauf beruhende diagnostische Fehlentscheidungen ließen sich vermindern, wenn insbesondere die Verwendung von Schulleistungstests eine Reflexion über deren Gütekriterien und Aussagekraft (z.B. statistische Fehler 1. und 2. Art) einschlösse.

Nach den vorgelegten Daten kann der Chemietest als für Gruppen- und Individualmessungen geeignet angesehen werden. Hinsichtlich der Interpretation individueller Testergebnisse müssen die allen Testverfahren innewohnenden methodischen Probleme besondere Berücksichtigung finden. Die im Anhang dargestellten Normenbänder stellen dafür eine entscheidende Hilfe dar.

5.1.8. Zusammenfassung

Die mit dem Schulleistungstest erhobenen Rohwerte sind im Realschulbereich normalverteilt. Bei den Hauptschülern ergibt sich eine Zweigipfligkeit, die auf eine heterogene Stichprobe hinweist. Die Heterogenität kann mit der von einem Teil der Hauptschulabsolventen erwarteten Zusatzbescheinigung erklärt werden. Die Realschüler erzielten im Test einen wesentlich höheren Mittelwert als die Hauptschüler. Die Differenz ist auf dem 0,1%-Niveau signifikant. In beiden Gruppen erreichten die Jungen gegenüber den Mädchen das höhere arithmetische Mittel. Die geschlechtsspezifischen Differenzen sind in der Hauptschule nicht so ausgeprägt wie in der Realschule. Das vorgelegte Datenmaterial weist sowohl im Haupt- als auch

Realschulbereich teilweise sehr erhebliche Kenntnislücken bei den Absolventen der 10. Klassen nach. Sie kommen global in geringen prozentualen Mittel des Gesamttests zum Ausdruck. Die Leistungsunterschiede zwischen Haupt- und Realschülern erreichen ihr Maximum in chemischen Teilgebieten, die ein höheres Abstraktionsniveau aufweisen, in praktisch orientierten Fragestellungen treten geringere Unterschiede auf. Die Absolventen beider Schulzweige hatten die größten Schwierigkeiten bei der Lösung der Items zur Petro- und Nahrungsmittelchemie, obwohl diese Gebiete für die Umweltbewältigung besonders relevant sind. Bemerkenswert ist das Versagen zahlreicher Schüler bei Inhalten, denen Schlüsselfunktionen für das Verständnis weitergehender chemischer Sachverhalte zugeschrieben werden müssen. Insgesamt ist festzustellen, daß die von den Schulabgängern erbrachten Leistungen weit hinter den Erwartungen der Verantwortlichen und den teils explizite, teils implizite formulierten Lernzielen der Berliner Rahmenpläne für Chemie zurückbleiben. Diese Aussage trifft nur dann zu, wenn als standardisiertes Kriterium der Vergleich mit dem internationalen Vergleichswert wird.

Im Rahmen der Aufgabenstellung des Testverfahrens sind die ermittelten Schwierigkeits- und Trennschärfekoeffizienten der Items als zufriedenstellend anzusehen. Die Gütekriterien weisen den Gesamttest als reliables und valides Meßinstrument aus. Die den Rohwertpunkten beigelegten Prozentrang-Normen und T-Werte erhöhen den Informationsgehalt von Testresultaten, die über den Standardmeßfehler errechneten Normenbänder schützen den Schulpraktiker vor Überinterpretationen individueller Testergebnisse.

1.2. Ergebnisse der ergänzenden Informationserhebung

In diesem Abschnitt sollen jene Ergebnisse dargestellt und interpretiert werden, die aus der zusätzlichen Befragung der Schüler und Lehrer resultieren. Es muß betont werden, daß aus der Fülle der Fragen, die zur Erhebung der Bedingungen des

Chemieunterrichts notwendig sind, aus zeitlichen und organisatorischen Gründen sowie aufgrund des Genehmigungsschreibens des Senators für Schulwesen nur eine kleine Auswahl getroffen werden konnte.

5.2.1. Ergänzende Informationen der Schüler

Eine bedeutende Frage ist die, ob sich die Interessenlage hinsichtlich des Chemieunterrichts bei Haupt- und Realschülern unterscheidet und in welchem Ausmaß die Resultate im Leistungstest vom Interesse beeinflusst werden (Frage 2). Die Tabelle 57 gibt über die absolute und prozentuale Häufigkeitsverteilung in den vier vorgegebenen Interessenniveaus Auskunft. Zunächst zeigt sich das bemerkenswerte Ergebnis, daß

Auswertung der Frage 2

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
Alternative 1	61	33	94	52	44	96	190
" 2	84	97	181	78	79	157	338
" 3	7	3	10	12	4	16	26
" 4	3	13	16	9	23	32	41
keine Antw.	0	1	1	3	0	3	4
	155	147	302	144	150	294	536

2. Prozentuale Häufigkeiten:

Alternative 1	39,4	22,5	31,1	33,8	29,3	31,6	31,3
" 2	54,2	66,0	60,0	50,7	52,7	51,6	55,8
" 3	4,5	2,0	3,3	7,8	2,7	5,3	4,3
" 4	1,9	8,8	5,3	5,8	15,3	10,5	7,9
keine Antw.	0	0,7	0,3	1,9	0	1,0	0,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 57

der Chemieunterricht von über 80% der Haupt- und Realschüler als "interessant" oder "manchmal interessant" erlebt wurde. Die Lerntheorie hat keinen Zweifel an der Bedeutung von Interesse bzw. Motivation für Lernprozesse gelassen (HECKHAUSEN, S. 577 ff.; SKOWRONEK, S. 102 ff.), so daß eine

wichtige Grundlage zur Initiierung von Lernprozessen gegeben sein könnte. Vor einer Überbewertung dieses Resultats muß jedoch gewarnt werden, weil der Bedeutungsgehalt, der von den Schülern den ausgewählten Alternativen verliehen wurde, nicht bekannt ist. So können Schüler beispielsweise zur Wahl dieser Antworten veranlaßt worden sein, weil andere Schulfächer als mit stärkerem Leistungsdruck versehen empfunden werden als die Chemie. Ebenso ist es möglich und sogar wahrscheinlich, daß sich das Schülerinteresse im wesentlichen auf den experimentellen Teil des Chemieunterrichts zentriert, durch den sich die Chemie von der Mehrzahl der Unterrichtsfächer abhebt, während die theoretische Durchdringung experimenteller Ergebnisse nur geringes Schülerinteresse findet. Über entsprechende Untersuchungsergebnisse an Haupt- und Realschülern der 5. und 6. Klasse berichtet WEGENER: Das größte Schülerinteresse fanden rein experimentelle Kategorien des Chemieunterrichts, die mit "Eigentätigkeit und Anschauung" in Beziehung standen (Durchführung von Experimenten, Beobachtungen). "Die Kategorien Vergleichen, Ordnen und Beschreiben fanden am wenigsten Interesse." (WEGENER, S. 185) Die im allgemeinen geringen Testleistungen der Schüler stehen nur in scheinbarem Widerspruch zum Resultat dieser Frage, und zwar schon deshalb, weil sie sich auf Leistungen an den Rahmenplänen und nicht an der vom Interesse abhängigen individuellen Leistungsfähigkeit der Schülerpersönlichkeiten etwa hinsichtlich Lern- und Konzentrationsvermögen orientiert. WEGENER ermittelte eine ähnliche Beziehung zwischen Interesse und Testergebnis: "..... in der Hauptschule werden trotz des größten Interesses die geringsten Testleistungen erzielt." (WEGENER, S. 186) Diese Ergebnisse zeigen, daß die ermittelten Testresultate bereits partiell Ausdruck der Interessenniveaus der Schüler sind. Daher kann vermutet werden, daß das Testergebnis in der Chemie eine gewisse Aussagekraft hat, wenn die Interessenlage der Schüler am Fach Chemie insgesamt ein niedrigeres Niveau erreichte. Hinweise darauf liefern die

arithmetischen Mittel, die für die nach Interesse gegliederten Schülergruppen ermittelt wurden:

		Durchschnittspunktwerte	
		Hauptschüler	Realschüler
Alternative 1		17,9	25,8
"	2	16,9	22,8
"	3	14,0	21,6
"	4	10,1	18,4

Tab. 58

Es ergibt sich eine eindeutige Beziehung in dem Sinne, daß mit abnehmendem Interesse insgesamt die im Test erreichte Punktzahl sinkt. Diese Tendenz gilt für Haupt- und Realschüler gleichermaßen. Zu entsprechenden Resultaten gelangt die Berechnung der Korrelationskoeffizienten. Für die Gesamtstichprobe beträgt der Wert $r = 0,21$, für Hauptschüler 0,20 und für Realschüler 0,34. Die genannten Koeffizienten, die auf dem 0,1%-Niveau Signifikanz aufweisen (CLAUSS-EBNER, S. 245 f.), sind zwar gering, doch zeigen sie für das Testverfahren einen deutlichen Zusammenhang zwischen Interesse und Punktzahl auf. (CLAUSS-EBNER, S. 110) Aus dem Befragungsergebnis resultiert die Forderung, die Interessenstruktur der Schüler näher zu untersuchen und sie für den Chemieunterricht verfügbar zu machen. Dieser an sich selbstverständliche Anspruch ließe sich vermutlich optimal durch Skalierungsverfahren verwirklichen, in denen Schüler auf einem bestimmten Kontinuum zu Themen der Chemie emotionale Zuordnungen vornehmen. (STÄUDEL, S. 200; MAYITZ-HOLM-HUBNER, S. 50 ff.)

Es ist nun zu prüfen, ob sich die befragten Teilstichproben hinsichtlich ihrer Interessenniveaus zum Fach Chemie signifikant unterscheiden. Nach dem χ^2 -Test stellt sich das Fach Chemie für die Hauptschüler als interessanter dar als für die Realschüler. Dieses Ergebnis ist auf dem 5%-Niveau signifikant. Ein größeres Interesse der Hauptschüler an der

Chemie kann auch den Untersuchungsergebnissen von WEGENER (S. 183, S. 189 f.) aufgrund der Befragung von Haupt- und Realschülern der 5. und 6. Klasse entnommen werden. Signifikanzprüfungen wurden dort jedoch nicht durchgeführt. Die differierende Interessenlage an den beiden Schulzweigen ist vermutlich die Folge der unterschiedlichen Orientierung des Chemieunterrichts: Während der Rahmenplan für Chemie an der Realschule in der 10. Klasse deutlich eine fachsystematische und damit theoretischere Tendenz aufweist, ist der entsprechende Plan für die Hauptschule eher auf Umweltbereiche und experimentelle Erfahrungen ausgerichtet. (Rahmenpläne B III a 15, S. 4 ff.; B III b 15, S. 3 f.) Auch beim Vergleich der Jungen und Mädchen ergeben sich signifikante Differenzen hinsichtlich des Interesses am Chemieunterricht (vgl. ENGELMAYER, S. 92). Im Hauptschulbereich empfanden die Jungen den Chemieunterricht auf dem 0,1%-Niveau signifikant häufiger interessant als die Mädchen. Bei den Realschülern liegt das entsprechende Signifikanzniveau bei 2%. Über ähnliche Resultate berichtet WEGENER (S. 183, S. 189 f.) und ergänzt: "Chemie wird von den Jungen als beliebter und weniger schwierig eingeschätzt als von den Mädchen." (WEGENER, S. 186) Das insgesamt schlechtere Abschneiden der Mädchen gegenüber den Jungen im Testverfahren findet also in der Interessenlage ein Korrelat. Von den vielfältigen Ursachen, die für das geringe Interesse der Mädchen an der Chemie verantwortlich sind, sollen nur einige erwähnt werden: die "nach Geschlechtern immer noch unterschiedliche Erziehung von Jungen und Mädchen" (BORRIS, S. 10), die sich daraus ergebende Antizipation zum eigenen Aufgabenbereich in der Gesellschaft und die tatsächlich vorhandene Rollenstruktur der beiden Geschlechter in der Familie, im Arbeitsprozeß und in weiteren Rollensegmenten. (DREITZEL, S. 96; MÖLLENHAUER, S. 276; ENGELMAYER, S. 96 f.) Es gehört mit in den Chemieunterricht, solche geschlechtsspezifischen Interessenlagen zumindest in Frage zu stellen und damit sich anbahnende Änderungsprozesse zur

Einzelne in der Naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunde

schaftlichen Bildung für beide Geschlechter zu unterstützen.

In einer weiteren Frage wurden die Schüler gebeten, die Zeugnisnote im Fach Chemie anzugeben, die sie am Ende des Schuljahres erwarteten. Eine solche Fragestellung schien wegen der Notenverteilung in Haupt- und Realschulen und wegen der Gewichtung kognitiver Lernziele der Chemie an der Zeugnisnote interessant. Allerdings ließen sich aus organisatorischen Gründen folgende Ungenauigkeiten nicht vermeiden: Der Zeitraum zwischen Befragung und Schulentlassung umfaßte etwa vier bis sechs Wochen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß sich während dieser Zeit die Grundlagen für die Notengebung in einigen Fällen geändert haben. Außerdem mußten die Schüler eine Schätzung vornehmen, die durchaus divergent zur tatsächlichen Zeugnisnote sein konnte. Die Verteilung der geschätzten Zensuren ist aus der Tabelle 5B ersichtlich. Daraus ergibt sich zunächst für die Realschüler im Vergleich zu den Hauptschülern eine ungünstigere Notenverteilung, die nach dem χ^2 - Test jedoch nicht signifikant ist. Die Mädchen beider Schulzweige erwarteten schlechtere Chemienoten als die Jungen. In der Hauptschule ergeben sich signifikante Differenzen auf dem 5%-Niveau, im Realschulbereich liegt das Signifikanzniveau sogar bei 0,1%. Die Selbsteinschätzung der Schüler entspricht damit generell den im Gesamttest ermittelten Resultaten (Tabelle 8). Bemerkenswert ist die in allen Teilstichproben zu beobachtende Tendenz einer Benotungsverteilung mit einem Schwerpunkt im oberen Notenbereich (1 bis 3). Diese Erwartung entspricht einer häufig von Lehrern besonders in Abschlußklassen geübten Praxis. "Die geringe Vergabe der Zensur 6 läßt die Zensuren-skala in deutschen Schulen praktisch zu einem fünfstufigen Notensystem werden" (INGENKAMP (5), S. 233; vgl. HOPP-LIENERT, S. 254, S. 257)

Die von den Schülern erwarteten Zeugnisnoten wurden korreliert mit den im Testverfahren ermittelten Punktwerten. Für die Gruppe der Hauptschüler ergibt sich eine Korrelation r von

Auswertung der Frage 3

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
Note 1	5	7	12	9	1	10	22
" 2	39	21	60	37	17	54	114
" 3	83	71	154	55	75	130	284
" 4	25	43	68	49	52	101	169
" 5	2	4	6	2	5	7	13
keine Antw.	1	1	2	2	0	2	4
	155	147	302	154	150	304	606

2. Prozentuale Häufigkeiten:

Note 1	3,2	4,8	4,0	5,9	0,7	3,3	3,6
" 2	25,2	14,3	19,9	24,0	11,3	17,8	18,8
" 3	53,5	48,3	51,0	35,7	50,0	42,8	46,9
" 4	16,1	29,2	22,8	31,8	34,7	33,2	27,9
" 5	1,3	2,7	2,0	1,3	3,3	2,3	2,1
keine Antw.	0,7	0,7	0,6	1,3	0	0,6	0,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 58

0,20 , die auf dem 0,1%-Niveau statistisch gesichert ist. Bei den Realschülern beläuft sich der Korrelationskoeffizient auf 0,37. Auch dieser Wert ist auf dem 0,1%-Niveau signifikant. Die mäßigen Korrelationen entsprechen aus mehreren Gründen den Erwartungen: Die von den Schülern eingebrachten Schätzfehler gegenüber den tatsächlichen Zeugnisnoten sind geeignet, den Korrelationskoeffizienten zu verkleinern oder zu beeinflussen. Außerdem mißt der vorliegende Schulleistungstest lediglich im kognitiven Lernzielbereich der Chemie, vernachlässigt also die affektive und psychomotorische Komponente des Chemieunterrichts. Weitere Faktoren, wie sorgfältige Führung des Chemiehefters oder lebhaftige Beteiligung im Unterricht, finden in der erwarteten Zeugnisnote ihren Niederschlag, kommen aber in der im Test erreichten Punktzahl nur sehr bedingt zum Ausdruck. Ferner ist zu sehen, daß Lehrer sehr unterschiedliche Benotungssysteme an Schülerleistungen anlegen und somit zu einer differierenden Beurteilung objektiv gleicher Leistungen

gelangen (WENDELER, S. 63 ff.; WANTMÁN, S. 925 ff.; DUBS u.a., S. 88; DUNKE, S. 118 ff.; JENSEI (2)) Auch empirische Befunde, daß die von Lehrern erteilten Zensuren selbst nur wenig reliabel und valide sind (DICKER, S. 173 ff., CARTER, S. 148 ff.), müssen Berücksichtigung finden, da davon auszugehen ist, daß diese Mängel in den Lehrerurteilen auf die Schätzungen der Schüler einen erheblichen Einfluß ausüben. Zahlreiche Untersuchungen weisen u.a. daraus hin, daß die Geschlechtszugehörigkeit des Lehrenden und Lernenden Einfluß auf die Notengebung hat: "Die Ergebnisse bewiesen, daß Mädchen im allgemeinen etwas über- und Jungen leicht unterschätzt werden, insbesondere von Lehrerinnen." (CARTER, S. 158) Diese Unwägbarkeiten verursachen zu einem wesentlichen Teil die geringen Korrelationen. Erwähnenswert ist, daß auch in der Literatur keine entscheidend günstigeren Werte auffindbar sind. So berichten beispielsweise BRONBACH u.a. im Fachbereich Naturkunde über einen Korrelationskoeffizienten von 0,296 zwischen Leistungsmessung und Zensurierung. (BRONBACH u.a., S. 212 f.; vgl. REUCHLIN, S. 202 ff.) Die erwähnten Mängel demonstrieren gleichzeitig die Schwäche der Validierung eines kognitiven Schulleistungstests an den Schulnoten, wie dies gelegentlich noch immer vorgeschlagen wird. Durch die mehrfache Determination der Schulnoten kann nur eine Konstruktvalidierung zu akzeptablen Resultaten führen. (LANGFELDT, S. 116 f.)

Mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,37 ergibt sich im Realschulbereich ein wesentlich engerer Zusammenhang zwischen dem Schulleistungstest und den Chemiezensuren als in den Hauptschulen. Daraus ist zu entnehmen, daß die Chemienoten in den Realschulen enger an den kognitiven Lernzielbereich gebunden sind als bei den Hauptschülern. Es kann hier lediglich vermutet werden, daß dafür überwiegend pädagogische Gründe ursächlich sind: Um den Start ins Berufsleben zu erleichtern oder schulische Mißerfolgserlebnisse möglichst gering zu halten, ist der Lehrer bei den gesellschaftlich

ohnehin benachteiligten Hauptschülern (GRAUMANN, S. 324 f.; WEINERT (2), S. 367 f.) aufgrund demonstrierten guten Willens der Schüler (Fleiß, Sorgfalt, Unterrichtsbeteiligung etc.) eher zu Zugeständnissen bereit als bei den Realschülern.

Es soll nun aufgezeigt werden, daß der Schulleistungstest trotz der geringen Korrelationen die richtige Meßtendenz aufweist. Zu diesem Zweck wurden die Durchschnittspunktwerte jeweils für die Schüler errechnet, die die gleiche Chemienote erwarteten. Aus der Tabelle 59 ist ersichtlich, daß die durchschnittlich erreichten Punktwerte sich bei Haupt- und Realschülern entsprechend den erwarteten Zensuren verändern. Dies weist den verwendeten Schulleistungstest zusätzlich zu

	Durchschnittspunktwerte	
	Hauptschüler	Realschüler
Note 1	21,5	32,0
" 2	18,9	26,7
" 3	17,2	22,8
" 4	14,0	21,3
" 5	11,7	17,9

Tab. 59

den erwähnten Gütekriterien prinzipiell als angemessenes Meßverfahren aus.

Da zu vermuten war, daß eine längere Nichtteilnahme am Chemieunterricht gravierende Kenntnismängel hinterläßt, wurde in den Schülerfragebogen eine entsprechende Frage aufgenommen. Von den befragten Schülern gaben etwa 8% der Haupt- und Realschüler an, den Chemieunterricht für längere Zeit versäumt zu haben. Sie unterscheiden sich in ihrem durchschnittlichen Ergebnis lediglich um einen Punkt von der Gruppe, die den Unterricht nicht oder nur selten versäumte. Diese Differenz ist so gering, daß sie sich nach dem MANN-WHITNEY-Test statistisch nicht absichern läßt. (BILLETER, S. 106 ff.)

Weiterhin wurden die Schulabgänger gebeten, Informationen über ihre Zukunftsperspektiven zu geben, da angenommen werden konnte, daß entsprechende Pläne von den Leistungen im Fach Chemie nicht unabhängig sind. Die erhobenen Daten lassen jedoch wegen ihrer geringen Streuung weder eine Verifizierung noch eine Falsifizierung dieser These zu.

Die Frage 6 des Schülerfragebogens setzt sich mit einem teils affektiven, teils kognitiven Aspekt der Vorschriften zur Unfallverhütung auseinander: Es geht um den Stellenwert dieser Vorschriften beim chemischen Arbeiten. Die vorgegebenen Alternativen orientieren sich an den von Schülern gelegentlich vertretenen Ansichten. Nur ein geringer Teil der Schüler (5,5%) meinte, die Anwendung der Unfallverhütungsvorschriften beschränke sich auf ungeübte Experimentatoren, die Vorschriften könnten umgangen werden oder seien überflüssig. An diesem Prozentsatz sind die beiden Schulzweige zu etwa gleichen Anteilen beteiligt. Es darf jedoch nicht unbedingt erwartet werden, daß die richtige Einschätzung der Unfallverhütungsvorschriften durch die Schüler auch entsprechende Handlungsvollzüge zur Folge hat: Die in Schülerübungen häufig beobachtbare experimentelle Praxis steht in krassem Gegensatz zur hier ermittelten Einschätzung. Dies kann sowohl auf eine unzureichende Kenntnis dieser Vorschriften als auch auf Bequemlichkeit oder Gedankenlosigkeit beim Experimentieren zurückgeführt werden. Während sich für die zweite These im Rahmen dieser Untersuchung keine Ansatzpunkte ergeben, weisen Teile des Subtests I auf Kenntnismängel in diesem Bereich hin. Aufgrund der hier analysierten Fragestellung und der erwähnten Teildaten des Schulleistungstests soll hier die Aussage gewagt werden, daß Schüler durchaus die Notwendigkeit von Unfallverhütungsmaßnahmen akzeptieren, in ihrer Anwendung zum Teil jedoch durch Kenntnismängel gehindert sind. Dabei wird nicht verkannt, daß eine soziale Wünschbarkeit die Schülerantworten beeinflusst und so zur hohen Wertschätzung der Vorschriften zur Unfallverhütung beigetragen haben kann. (BYRNE, S. 217; MUELLER-THOMAS, S. 299) Die

Untersuchungsergebnisse lassen es jedenfalls notwendig erscheinen, Unfallverhütungsmaßnahmen stärker als bisher zum Gegenstand des Chemieunterrichts zu machen. Wird in der Unterrichtsplanung gleichzeitig der Aspekt des Transfers berücksichtigt (z.B. Aufbewahrung von Chemikalien im Haushalt, Umgang mit ätzenden oder feuergefährlichen Stoffen), sind die Grundlagen für einen optimalen Lernerfolg gelegt.

Mit einer weiteren Frage sollte hier überprüft werden, wie die Schüler die Bedeutung ihrer chemischen Kenntnisse für die Zukunft einschätzen und in welchem Ausmaße diese Einschätzung ein Korrelat im Schulleistungstest findet. Zunächst ist festzustellen, daß in der Gesamtstichprobe die positive Einschätzung die negative überwiegt; die meisten Schüler (etwa 60%) gaben jedoch ein ambivalentes Urteil ab (Tabelle 60). Daß nur etwa ein Viertel der befragten Schüler

Auswertung der Frage 7

	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und
	J	M	J/M	J	M	J/M	Realschüler
<u>1. Absolute Häufigkeiten:</u>							
Alternative 1	38	30	68	40	28	68	136
" 2	94	91	185	89	86	175	360
" 3	23	26	49	23	36	59	108
keine Antw.	0	0	0	2	0	2	2
	155	147	302	154	150	304	606
<u>2. Prozentuale Häufigkeiten:</u>							
Alternative 1	24,5	20,4	22,5	26,0	18,7	22,4	22,5
" 2	60,7	61,9	61,5	57,8	57,3	57,5	59,4
" 3	14,8	17,7	16,2	14,9	24,0	19,4	17,8
keine Antw.	0	0	0	1,3	0	0,7	0,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 60

zu einer positiven Stellungnahme gelangt, gibt vermutlich Hinweise darauf, daß die Chemie im Unterricht eher in ihrer Struktur als Naturwissenschaft gesehen wird, während die Einbettung der Chemie in gesellschaftspolitische Fragestellungen

gen (z.B. Immissionsschutz, Verunreinigung von Gewässern, MAK-Werte, Medikamente, großtechnische Verfahren der Chemie, Wirtschafts- und Forschungspotential der chemischen Großindustrie) eine Vernachlässigung erfährt. Es muß konstatiert werden, daß die Rahmenpläne für Chemie auf solche Inhalte nur vereinzelte Hinweise geben und der zeitliche Rahmen des Unterrichts sehr eng gesteckt ist. Für viele Schüler resultiert vermutlich aus der fachwissenschaftlichen Strukturierung des Unterrichts eine Abgehobenheit von der Realität bzw. die Selbstdarstellung eines Schulfachs, dem der Praxisbezug fehlt. Bereits die wenigen angedeuteten Themenbereiche sind jedoch geeignet, eine Fülle von Impulsen hinsichtlich der ständig steigenden Bedeutung der Chemie in allen Lebensbereichen - und damit auch denen des konkreten Schülers - zu liefern. Wird der Unterricht auch unter diesem Aspekt gesehen, ist zu erwarten, daß Jugendliche ihre Chemiekenntnisse nicht als wertfrei, sondern verstärkt als zur Bewältigung ihrer Umwelt geeignet ansehen. (EWERS, S. 500 ff.; WENZEL-SCHIERHOLZ, S. 480; QUITZOW-RIEDEL, S. 405 ff.) Einem möglichen Mißverständnis ist vorzubeugen: Die fachwissenschaftlichen Inhalte bestimmen grundsätzlich den Lehrgang - so oft wie möglich sollte jedoch auf Anwendung oder Konsequenzen chemischer Erkenntnisse in der Umwelt hingewiesen werden. Die Einschätzung der Bedeutung der Chemiekenntnisse ergibt zwischen den Schulzweigen nach dem Chi-Quadrat-Test keinen signifikanten Unterschied. Ein ähnliches Resultat ist bei den Einschätzungen der Jungen gegenüber den Mädchen zu beobachten: Zwar beurteilen die Mädchen die Anwendbarkeit ihres Wissens in beiden Schulzweigen negativer als die Jungen, doch müssen auch diese Differenzen als zufällig betrachtet werden. Diese Resultate zeigen, daß das Urteil relativ unabhängig ist von den Leistungsstandards, die in den einzelnen Teilstichproben erreicht wurden. Innerhalb der Gruppen ergibt sich jedoch eine eindeutige Beziehung zwischen Leistungsstand und der Einschätzung der Verwertbarkeit erworbener Chemiekenntnisse: Je höher das Leistungsniveau liegt, um so positiver wird die

Verwertbarkeit eingeschätzt (Tabelle 61). Diese Aussage läßt sich für das vorliegende Datenmaterial nach dem KRUSKAL-WALLIS-H-Test (BILLETZ, S. 113 f.) auf dem 5%-Niveau absichern. Das Ergebnis dieser Analyse läßt vermuten, daß die positive Einschätzung der Verwertbarkeit von Chemiekenntnissen ein Motivationspotential freisetzt, das seinerseits das Kenntnisniveau und dieses das Schätzurteil positiv beeinflußt. Entsprechend ist anzunehmen, daß eine negative Beur-

Verwendbarkeit der Chemiekenntn.	Durchschnittspunktwerte	
	Hauptschüler	Realschüler
positiv	17,9	25,9
neutral	16,8	23,3
negativ	14,7	19,9

Tab. 61

teilung der Verwertbarkeit motivationsmindernd wirkt und von einer relativen Herabsetzung des Leistungsniveaus begleitet ist. Es zeigt sich an dieser Stelle, welche Bedeutung dem Schülerurteil zukommt und daß ein moderner Chemieunterricht den Verwertbarkeitsaspekt nicht außer acht lassen sollte. Daß die Bedeutung von Chemiekenntnissen nicht nur in der 10. Klasse von Haupt- und Realschülern als mäßig empfunden wird, ergibt sich aus Untersuchungen von WEGENER (S. 195) an Schülern im 5. bis 7. Schuljahr. Den in der Didaktik der Chemie beobachtbaren Anstrengungen, den Chemieunterricht durch die Einbettung gesellschaftspolitischer Aspekte attraktiver und für die Bewältigung der Umwelt relevanter zu gestalten, sollte besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. (ENGELHARDT, S. 510 ff.)

Die letzte Frage des Schülerfragebogens richtete sich ausschließlich an die Hauptschüler. Nach den in Berlin geltenden Bestimmungen ist es unter bestimmten Bedingungen möglich, Hauptschulabsolventen eine Zusatzbescheinigung auszustellen, die das Abschlußzeugnis der 10. Klasse als dem Realschulabschluß gleichrangig erklärt. (Senat von Berlin, Dienstblatt III 69/1967) Die Möglichkeit, einen qualifizierteren Schulab-

schluß an der Hauptschule zu erwerben, dürfte vor allem auf solche Schüler motivationssteigernd wirken, für die sich aufgrund ihres gehobenen Leistungsniveaus eine tatsächliche Chance eröffnet. Man kann also davon ausgehen, daß die Perspektive, diese Zusatzbescheinigung zu erhalten, gute Schüler der Hauptschule zu weiterer Anstrengungsbereitschaft führt. Dadurch können sich die Leistungsdifferenzen zwischen dieser Schülergruppe und den verbleibenden Hauptschülern vertiefen. Die Abbildungen 1 und 2 (S. 23) scheinen diese Hypothese für das Fach Chemie zu bestätigen: Im Gegensatz zu den Realschülern weist die Häufigkeitsverteilung der Hauptschulabsolventen ein doppeltes Maximum auf, das von Jungen und Mädchen verursacht wird. Vergleicht man die im Schulleistungstest durchschnittlich erzielte Punktzahl der Schüler, die eine Zusatzbescheinigung erwarten, mit der jener Schüler, die sich darauf keine Hoffnung machen, findet man nach dem t-Test eine auf dem 1%-Niveau signifikante Differenz (Tabelle 62). Die eine Zusatzbescheinigung erwartenden Hauptschüler nähern sich somit in ihren Chemieleistun-

Zusatzbescheinigung wird erwartet	Durchschnittspunktwerte
ja	22,5
nein	14,8

Tab. 62

gen stark der Realschulgruppe an, signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten treten nicht mehr auf. Es kann davon ausgegangen werden, daß somit die Verteilungsirregularität in der Hauptschulgruppe eine angemessene Erklärung gefunden hat.

Die neben dem Kenntnisstand erhobenen Daten lieferten wesentliche Informationen über Bedingungen und Erwartungen hinsichtlich des Chemieunterrichts. Im Rahmen dieser Untersuchung konnten aus vielfachen Gründen jedoch nur Ansätze verfolgt werden, die einer weiteren Analyse bedürfen. Daß weiterführende Untersuchungen in diesem Kontext nicht nur von theore-

tischem Interesse sind, sondern durchaus einen Beitrag zur Bewältigung und Modifizierung des Schulalltags liefern können, zeigt die Interpretation des Datenmaterials.

Eine weitere Quelle für Daten über den Chemieunterricht stellen die unterrichtenden Lehrer dar. Sie wurden gebeten, zu einigen Bedingungen ihres Unterrichts Stellung zu nehmen, und zwar bezogen auf die getesteten Schulklassen. Auch hier ist anzumerken, daß aufgrund gegebener Bedingungen (z.B. Durchführungsgenehmigung, zeitliche Belastung der Lehrer) nur einige Faktoren erhoben werden konnten. Die entsprechenden Daten werden im folgenden Abschnitt analysiert.

5.2.2. Bedingungen des Chemieunterrichts in der Sicht der Lehrer

Der erste Fragenbereich konzentriert sich auf die Chemieausstattung der Schule im Hinblick auf die Durchführbarkeit von Demonstrationsversuchen bzw. Schülerübungen. Ermittelt wurde eine Einstellung der betreffenden 24 Chemielehrer, die sich sowohl auf die Verfügbarkeit von chemischen Arbeitsgeräten und Chemikalien als auch auf die Ausstattung von Übungs- und Vorbereitungsräumen bezieht. Entscheidend ist, daß die Lehrerantworten eine affektive Resonanz auf einen wesentlichen Ausschnitt der Arbeitsbedingungen im chemischen Unterricht darstellen und somit auch Ausdruck einer Arbeitsplatzzufriedenheit sind, die wiederum nicht ohne Einfluß auf die Unterrichtsgestaltung sein wird. Hinsichtlich der Demonstrationsexperimente ist festzustellen, daß die Lehrer der Realschulen ihre Chemieausstattungen günstiger einstufen als die Hauptschullehrer (Tabelle 63), jedoch ist keine Signifikanz gegeben. Da unter den befragten Chemielehrern nur einer von einer schlechten Ausstattung ausgeht, kann man annehmen, daß trotz möglicher Verbesserungen im allgemeinen ein angemessenes Ausrüstungsniveau in den an der Untersuchung beteiligten Schulen erreicht ist. Die zwischen den Schulzweigen ermittelten Differenzen legen es nahe, Finanzmittel für die Chemie

Beurteilung der Lehrer	Chemieausstattung im Hinblick auf Demonstrationsversuche	
	Hauptschulen	Realschulen
gut	3	8
mittelmäßig	8	4
schlecht	1	0

Tab. 63

insbesondere dem Hauptschulbereich zuzuweisen. Zu einem ähnlichen Resultat führt die Beurteilung der Chemieausstattung im Hinblick auf Schülerübungen: Die Lehrer der Hauptschulen sehen die Ausstattung ihrer Schulen unter diesem Aspekt wesentlich ungünstiger als die Realschullehrer, jedoch sind auch hier die Differenzen nicht signifikant. Beide Gruppen stufen die Chemieausstattungen im Hinblick auf Schülerversuche eindeutig schlechter ein als bezüglich der Demonstrationsexperimente (Tabelle 64). Dies erklärt sich vermutlich aus

Beurteilung der Lehrer	Chemieausstattung im Hinblick auf Schülerübungen	
	Hauptschulen	Realschulen
gut	3	4
mittelmäßig	2	7
schlecht	7	1

Tab. 64

den wesentlich höheren finanziellen Aufwendungen, die für eine auf Schülerübungen ausgerichtete Chemieausstattung erforderlich sind. Während sich nach den Beurteilungen der Lehrer in den Realschulen noch ein zufriedenstellendes Ausstattungsniveau ergibt, kann dies für den Hauptschulbereich nicht angenommen werden. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß das reale Ausstattungsniveau im Rahmen dieser Untersuchung nicht ermittelt werden konnte, jedoch Gegenstand weiterführender Arbeiten sein sollte.

Ein zweiter Fragenbereich beschäftigt sich mit im Unterricht des 10. Schuljahres tatsächlich durchgeführten Demonstrations- und Schülerexperimenten. Nach den Angaben der 24 Chemielehrer

Durchführung	Demonstrationsversuche	
	Hauptschulen	Realschulen
häufig	9	11
selten	3	1

Tab. 65

ist die Experimentierfreudigkeit bezogen auf Demonstrationsversuche an den Realschulen als geringfügig größer einzuschätzen als an den Hauptschulen (Tabelle 65). Es ist als positiv zu bewerten, daß nach diesen Daten keiner Schülergruppe der chemische Experimentalunterricht gänzlich vorenthalten wurde. Nicht zu übersehen ist jedoch auch hier die Gefahr, daß die Lehrerantworten teilweise durch die soziale Erwünschtheit determiniert sein können.

Weiterhin wurde nach der Häufigkeit von Schülerübungen gefragt. In diesem Sektor schneiden die Hauptschulen günstiger als die Realschüler ab, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß Schülerexperimente nach den Angaben der Lehrer noch immer zu den Ausnahmen gehören (Tabelle 66). Die Auskünfte der

Durchführung	Schülerversuche	
	Hauptschulen	Realschulen
häufig	0	1
selten	7	4
nein	5	7

Tab. 66

Lehrer legen nahe, daß in den Hauptschulen trotz schlechterer Chemieausstattung eine größere Bereitschaft zur Durchführung von Schülerübungen besteht als an den Realschulen.

Diese Daten wurden in Beziehung gesetzt zu den von den Schülern im Test erreichten Punktwerten. Dabei war zu berücksichtigen, daß die beiden erhobenen Variablen sich wechselseitig bedingen und Einfluß auf die Schülerleistung nehmen können. In den Hauptschulen ergibt sich ein deutlicher Leistungsabfall von den Schülern, die Demonstrationsversuche häufig sahen zu jenen Schülern, denen nur selten solche Experimente geboten wurden. Diese zweite Schülergruppe war gleichzeitig dadurch benachteiligt, daß sie mit Schülerversuchen nicht konfrontiert

wurde. Im Realschulbereich zeigt sich, daß die Schülergruppe mit wenigen Demonstrationsversuchen gleichzeitig diejenige mit häufigen Schülerexperimenten darstellte. Die Realschule das höchste arithmetische Mittel aller Teilgruppen. Da im übrigen bei den Realschulen die Verhältnisse hinsichtlich der Demonstrationsversuche für alle getesteten Schüler als gleichwertig betrachtet werden können, war anzunehmen, daß die Zahl der Schülerversuche als Determinante für die Chemiekennntnisse verbleibt. Diese These scheint die Tabelle 57 zu bestätigen, aus der die Tendenz ableitbar ist, daß bei konstanten Bedingungen bezüglich der Demonstrationsversuche

<u>Durchführung der Schüler-</u> <u>versuche (Realschule)</u>	<u>Durchschnittspunktwerte</u>
häufig	25,7
selten	23,6
kein	22,6

Tabelle 57

mit steigender Häufigkeit der Schülerexperimente der Leistungsstand der Schüler ansteigt. Für die Hauptschulen stellt sich diese Tendenz mit geringerer Schärfe ein. Dennoch soll die Aussage gewagt werden, daß das bei Schülern verfügbare Chemiewissen ein Korrelat der Häufigkeit von Schülerexperimenten darstellt. (vgl. KOTTER, S. 97 f.) Weitere Untersuchungen sollten wegen der geringen Stichprobe diesen Zusammenhang überprüfen und durch die Erforschung der Bedingungen genauer analysieren.

Die Entscheidung des Chemielehrers, ob Schülerversuche durchgeführt werden oder nicht, ist nicht zuletzt auch von der Gruppengröße der am Unterricht teilnehmenden Schüler abhängig. (FLÖRKE (2), S. 25) Um Experimente dieser Art in kleinen Gruppen zu ermöglichen, stehen den Schulen u.a. für den naturwissenschaftlichen Unterricht Teilungsstunden zur Verfügung. Dadurch wird es grundsätzlich möglich, den Unterricht mit der halben Klassenstärke zu bestreiten. Organisatorische

Probleme (Lehrermangel, Mangel an geeigneten Übungsräumen etc.) machen jedoch diesen positiven Ansatz häufig zunichte. Dies bestätigen die Auskünfte der Chemielehrer (Frage 5): Danach gehört der Teilungsunterricht im Fach Chemie zumindest in den 10. Klassen der Haupt- und Realschulen zu den Ausnahmen. Jeweils 10 Lehrer beider Schulzweige gaben an, daß in den Abschlußklassen der Chemieunterricht bei voller Klassenstärke erteilt wurde. Dies macht verständlich, weshalb vielfach auf Schülerexperimente zugunsten der Demonstrationsversuche verzichtet wurde. Anzumerken ist an dieser Stelle, daß an der Chemie interessierte Schüler der Realschule durch die Wahl des mathematisch-naturwissenschaftlichen Kurses (Kurs A) einen gewissen Ausgleich in dieser Hinsicht anstreben können. Hauptschülern bietet sich eine vergleichbare Möglichkeit meistens nicht.

Während in den Abschlußklassen der Realschulen die Stunden-
tafel für das Fach Chemie durchgängig zwei Wochenstunden vor-
sieht, sind für den Chemie- und Biologieunterricht an der
Hauptschule gemeinsam zwei Wochenstunden im epochalen Wechsel
eingesetzt (Rahmenpläne A III a, S. 4; A III b, S. 2;
HOFFMANN, S. 165). Da an Hauptschulen gelegentlich die Tendenz
besteht, Chemie mit einer Wochenstunde durchgängig zu unter-
richten, wurden mit der Frage 6 entsprechende Informationen
erhoben (Tabelle 68). Es ergab sich eine Bevorzugung des

Erteilung des Chemie- unterrichts	Zahl der Klassen	Durchschnitts- punktwerte
epochal	3	13,6
durchgängig	9	17,6

Tab. 68

durchgängig erteilten Unterrichts. Diesen Ergebnissen wurden
die von den Schülern im Test erzielten Durchschnittspunktwerte
zugeordnet. Danach weist die epochal unterrichtete Gruppe
das niedrigere Leistungsniveau auf. Die geringe Stichprobe
läßt jedoch eine Generalisierbarkeit dieses Resultats nicht
zu.

In einer abschließenden Frage wurden die Chemielehrer gebeten, darüber Auskunft zu geben, ob der Chemieunterricht in ihrer Sicht häufiger ausgefallen ist. Die Befragung ergab, daß die getesteten Hauptschüler in der 10. Klasse häufiger auf den Chemieunterricht verzichten mußten als die Realschüler (Tabelle 69), jedoch ist die Differenz nicht signifikant.

<u>Unterrichtsausfall</u>	<u>Hauptschulen</u>	<u>Realschulen</u>
häufig	5	1
selten	6	10
kein Ausfall	1	1

Tab. 69

Bei den Realschulen wurde wegen der geringen Streuung auf die Zuordnung der Schülerleistungen verzichtet. Im Hauptschulbereich ergab sich eine deutliche Abhängigkeit der Schülerleistungen vom Unterrichtsausfall.

Die in diesem Abschnitt mitgeteilten Untersuchungsergebnisse können wegen der geringen Stichprobe nicht generalisiert werden und zeigen lediglich für die konkret befragten Gruppen zutreffende Tendenzen auf. Dennoch sind diese Daten äußerst informativ und geeignet, der Hypothesenbildung und der fachdidaktischen Forschung zu dienen.

5.2.3. Zusammenfassung

Aus den von Schülern und Lehrern erhaltenen zusätzlichen Informationen ergeben sich u.a. folgende Resultate: Bei im allgemeinen recht großem Interesse der Haupt- und Realschüler an der Chemie ist eine deutliche Beziehung zwischen Testleistung und Interessenlage gegeben. Die Mädchen weisen ein geringeres Interessenniveau als die Jungen auf, das sich auch hinsichtlich der erwarteten Chemienote auf dem Abschluszeugnis widerspiegelt. Die Bedeutung chemischer Kenntnisse für die Umweltbewältigung wird von den Absolventen im allgemeinen als gering eingeschätzt. Je positiver jedoch diese Bewertung ausfällt, um so höher liegen die im Schulleistungstest erzielten Punktwerte.

Nach den bei den Lehrern erhobenen Informationen sind die befragten Schulen im Hinblick auf die Durchführbarkeit von Demonstrationsversuchen besser ausgestattet als hinsichtlich der Schülerexperimente. Die Realschulen scheinen gegenüber den Hauptschulen das günstigere Ausstattungsniveau aufzuweisen. In beiden Schulzweigen rangierten Demonstrationsexperimente weit vor Schülerübungen. Die Untersuchung ergab im Realschulbereich eine positive Beziehung zwischen Schülerversuchen und Testleistungen. Der Teilungsunterricht im Fach Chemie gehörte in der befragten Stichprobe zur Ausnahme.

6. Konsequenzen

Die durch die Untersuchung erhaltenen Daten gewähren einen Einblick in die Effektivität des Chemieunterrichts an Berliner Haupt- und Realschulen im kognitiven Lernzielbereich. Gleichzeitig geben sie Aufschluß über einen wesentlichen Teil der Voraussetzungen, denen der Unterricht im Fach Chemie unterliegt. Es wird als zulässig erachtet, die Mehrzahl der Daten auf die Population der Absolventen der 10. Haupt- und Realschulklassen zu generalisieren. Aussagen über Schulabgänger aus den 9. Klassen der Hauptschulen sind aus den vorgelegten Daten nicht ableitbar, da davon auszugehen ist, daß Hauptschüler, die freiwillig das 10. Schuljahr absolvieren, eine positive Auslese bilden. Es sollen nun Überlegungen angestellt werden, die darauf abzielen, das Leistungsniveau bei Haupt- und Realschülern im Fach Chemie anzuheben. Dabei werden zunächst die Voraussetzungen des Chemieunterrichts, dann die Entscheidungsfelder (Thematik, Intentionen, Medien, Methoden) betrachtet. Ergänzende Veränderungsmöglichkeiten runden das Kapitel ab. Durch Interdependenzen der Strukturelemente des Unterrichts sind Überschneidungen nicht auszuschließen; die Vorschläge erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

5.1. Veränderung der Voraussetzungen des Chemieunterrichts

5.1.1. Verbesserung der von Schülern eingebrachten Voraussetzungen

Die Voraussetzungen, die ein Schüler in den Chemieunterricht einbringt, sind dem Lehrer nur in Ansätzen bekannt und zu erheblichen Teilen seinem Zugriff entzogen. Die Arbeit setzt sich daher lediglich mit jenen Bedingungen auseinander, die vom Lehrer relativ leicht beeinflußt werden können. Dies sind die Motivations- bzw. Interessenlage der Schüler und die Einstellung zur Chemie. Da die Untersuchung zeigt, daß mit steigendem Interesse an der Chemie eine Erhöhung des Kenntnisniveaus verbunden ist, bietet sich die Verbesserung der Motivationslage zur Leistungssteigerung an. In der Lernpsychologie wird über eine Fülle von Mechanismen berichtet, die motivationsbeeinflussend wirken (CORRELL (1), S. 66 ff.; CORRELL (2), S. 154 ff.; CORRELL, S. 481 ff.; KOLB (1), S. 227 ff.), von denen nur einige auf die konkrete Problematik übertragen werden sollen. Nach ROTH ist davon auszugehen, daß Neugier (exploratory drive) als selbständiger Trieb für menschliches Handeln zu werten ist. (ROTH (1), S. 229 f.) Wird in Schülern Neugier geweckt, kann man danach einen großen Handlungsdruck zur Triebbefriedigung erwarten. Auf Chemieunterricht übertragen bedeutet dies: Der Lehrer provoziert mit Problemversuchen (CORRELL, S. 40 f.) oder durch die Darstellung aktueller Forschungsresultate, die einen möglichst engen Bezug zur Lebenssituation der Schüler aufweisen. (LYON, S. 531 f.; KOPPELMAN (1), S. 110; TROTT-BRAND, S. 115 ff.; SCHIETZEL, S. 23 ff.) Für Schüler der 10. Klasse sind darunter u.a. solche Probleme zu verstehen, die ihren Beruf, ihre Fortbildung und ihre privaten Belange tangieren (Umweltfragen, Anwendungsbereiche der Chemie im Alltag, Bedeutung chemischer Forschung, Chromatographie etc.). Die aufgeworfenen Fragen können zu Kernen des chemischen Unterrichts werden, von denen aus mit erheblichem Interessenpotentis die Aufdeckung und Systematisierung weiterer relevanter

Inhalte erfolgt. Wird Unterricht so strukturiert, kann man erwarten, daß die Beurteilung der Schüler bezüglich der Verwertbarkeit chemischer Kenntnisse positiv beeinflußt wird. Der sich auch daraus ergebende Motivationszuwachs sollte nicht unterschätzt werden.

Das Interesse am Chemieunterricht leidet häufig unter einer zu hohen Abstraktionsstufe, die nicht selten auch auf die chemische Zeichensprache zurückzuführen ist. Mißerfolge und daraus resultierende Lernstörungen senken vor allem bei Hauptschülern das Anspruchs- und Kenntnisniveau. (HEIMANN-OTTO-SCHULZ, S. 161) Der Einsatz von Molekülbaukästen für die Hand der Schüler, die Verwendung von Applikationen (Symbole, Formeln) und die konsequente Übertragung von experimentellen Befunden auf Wort- und Formelgleichungen können dieses schwierige Gebiet der Chemie für Schüler transparenter machen. Sollte es gelingen, Schülern die Formelsprache stärker als bisher verfügbar zu machen, kann die Chemie erheblich an Wertschätzung gewinnen und mit einem höheren Motivationspotential rechnen. Motivationserhöhungen können auch durch die originale Begegnung (Periodensystem der Elemente), durch Realisierungsmöglichkeiten für Eigeninitiative (Schülerexperimente, Arbeitsgemeinschaften), durch Bekanntgabe des Unterrichtsziels (Identifizierung einer "unbekannten" Substanz) etc. erreicht werden. (HECKHAUSEN, S. 575 ff.; ROTH (1), S. 109 ff., S. 227 ff.)

Unter den Voraussetzungen, die von den Schülern in den Unterricht eingebracht werden, ist noch jene besonders relevant, die den unterschiedlichen Leistungsstandard von Jungen und Mädchen beider Schulzweige verursachen dürfte: die Ansicht, Chemie sei für Jungen wichtiger als für Mädchen. (BORRIS, S. 46; HEIMANN-OTTO-SCHULZ, S. 160) Diese durch eine starre Auffassung der weiblichen Rolle bedingte Meinung ist durch die große gesellschaftliche Bedeutung der Chemie (GLÜCKNER (1), S. 79) ebenso überholt wie durch die Fülle der Berufsmöglichkeiten für an der Chemie interessierte Mädchen. Es gehört daher zu den Aufgaben des Chemieunterrichts, den Stellenwert

solcher Ansichten zu verdeutlichen. Die Orientierung des Unterrichts an gesellschaftlichen Fragestellungen, an Problemen der Alltagswelt etc. ist gegeben, aber müssen die der Art zu begegnen. Es wäre wünschenswert, in gesonderten Untersuchungen weitere für den Chemieunterricht relevante Voraussetzungen der Schüler zu erheben (Erwerb von Chemiekenntnissen durch Bücher, Fernsehen, Experimentalkästen etc.).

6.1.2. Veränderung der von Lehrern eingebrachten Voraussetzungen

Das Verhalten des Lehrers ist Ausdruck seiner Persönlichkeitsstruktur, seiner sozialen Umgebung, seines Bildungsniveaus sowie seiner fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung. Es beeinflusst insbesondere die Einstellung und damit die Leistung der Schüler. (HÄRBECK, S. 3102 f.) So konnte OGDEN feststellen, daß die Bereitschaft von Lehrern der Naturwissenschaften, die Schüler stärker am Unterrichtsgeschehen zu beteiligen, mit der Anfertigung der schülerigen Arbeiten zu etwa 0.50 positiv korreliert. Eine positive Korrelation von etwa 0.35 ergab sich auch zwischen Verhaltensweisen des Lehrers, die sich auf eine Beherrschung des Faches, auf eine gute Unterrichtsführung etc. begründen, und freiwilliger Schülerarbeit. (HÄRBECK, S. 3102 f.) In Untersuchungen von REED stellte sich heraus, daß das Schülerinteresse am naturwissenschaftlichen Unterricht mit der Freundlichkeit der Lehrer in positivem Zusammenhang steht. (HÄRBECK, S. 3104 f.) Diese Untersuchungen zum naturwissenschaftlichen Unterricht mögen genügen, um die Bedeutung des Lehrerverhaltens für den Leistungsstandard der Schüler zu belegen. Die Persönlichkeitsstruktur und die soziale Umgebung des Lehrers können zwar durch quantitative Messungen bestimmt werden, die sind jedoch der Modifikation weitgehend unzugänglich. (ROTH, S. 14 ff.; HERRMANN, S. 164 ff.; COMBE, S. 57 ff.) Dagegen sind Selbstverständnis und Ausbildung, die in enger Wechselwirkung zueinander stehen, durchaus veränderbar. Durch Verbesserung der Ausbildung kann man sowohl eine positive Beeinflussung des Selbstverständnisses der Lehrer als auch eine

Optimierung des Unterrichts erwarten. Insbesondere in der Fachdidaktik, dem primären Wissenschaftsbereich des Schulpraktikers, wären Optimierungsstrategien wünschenswert: Durch Micro-Teaching, Rollenspiel und andere Formen des Verhaltenstrainings (GRELL, S. 215 ff.), durch gezielte Übertragung lerntheoretischer Prinzipien auf naturwissenschaftlichen Unterricht (HILGARD-BOWER, S. 305 ff.; FUCHS, S. 65 ff.; GAGNÉ, S. 24) und durch die Vermittlung von Techniken, eigenen Unterricht einer exakten Analyse zu unterziehen (Aufzeichnungsmöglichkeiten, Kriterien der Analyse etc.), ergeben sich vielfältige Möglichkeiten, Lehrerverhalten so zu beeinflussen, daß bei den Schülern Leistungsverbesserungen auftreten. Hierfür wäre jedoch zunächst fachdidaktische Grundlagenforschung wünschenswert, in der das Zielverhalten eines Chemielehrers unter verschiedenen Aspekten qualitativ und möglichst weitgehend auch quantitativ definiert wird. Die Struktur der soziologischen Rolle des Lehrers sollte dabei nicht unberücksichtigt bleiben. (LANGE-GARRITSEN, S. 24 ff.) Gelingt es der Didaktik der Chemie, sich über empirische Forschung weiter zu qualifizieren und noch stärker als bisher zur angewandten Wissenschaft zu werden, dürfte über eine größere Wirksamkeit fachdidaktischer Erkenntnisse in der Schulpraxis auch ein höheres Leistungsniveau der Schüler zu erwarten sein. Daß andere Elemente der Ausbildung (Fachwissenschaft, Psychologie, Soziologie etc.) ebenfalls einen bedeutenden Einfluß ausüben, soll durch die auf Fachdidaktik zentrierten Aussagen nicht geleugnet werden. Eine Bestandsaufnahme der von Lehrern in den Chemieunterricht eingebrachten Voraussetzungen gehört zu den Forschungsvorhaben, die als besonders dringlich anzusehen sind.

1.1.2. Veränderungen vor der Institution Schule eingebrachten Voraussetzungen

Auch unter diesem Gesichtspunkt sollen nur besonders dringliche Veränderungen erwähnt werden. Die Untersuchung ergab,

daß in den 10. Klassen der Teilungsunterricht zu den Ausnahmen gehört. Dies bedingt vermutlich in vielen Fällen ebenso den Verzicht auf Schülerexperimente wie die in dieser Hinsicht nicht immer zufriedenstellende Chemieausstattung. Da jedoch davon ausgegangen werden kann, daß zwischen der Durchführung von Schülerversuchen und dem Leistungsniveau der Schüler eine positive Beziehung besteht, scheint eine Verbesserung der äußeren Bedingungen unerlässlich zu sein. Aus einer objektivierten, von der Lehrmeinung relativ unabhängigen Bestandsaufnahme der Chemieausstattungen ergäben sich zwanglos konkrete Hinweise für Verbesserungsmöglichkeiten. (vgl. GLÜCKNER (2), S. 228 ff.) Daß Teilungsstunden im Chemieunterricht selten auftreten, kann eine Fülle weiterer Ursachen haben: eine zu geringe Zahl von Fachlehrern, zu wenige Chemielehrer etc. Auch hier ist fachdidaktische Forschungsarbeit zu leisten.

Einen wesentlichen Bedingungsfaktor stellen die Rahmenpläne dar. In Anbetracht der hier vorgelegten Daten ist die Frage zu stellen, ob die Rahmenpläne der Chemie einer Überarbeitung bedürfen (vgl. STUFFLEBEAM, S. 114 ff.): Zur Erhöhung der Motivationslage der Schüler und zur Einstellungsänderung hinsichtlich der Verwertbarkeit von Chemiekenntnissen bieten sich zahlreiche praxisrelevante Inhalte an, von denen aus die Grundstrukturen der Chemie vermittelt werden können (vgl. Abschnitt 5.1.1.). Ansätze dafür versucht man an den Berliner Mittelstufenzentren (Gesamtschulen der Klassen 7 bis 10) zu realisieren. (SCHMIDT, R.W.; PINO)

Die stärkere Integration verschiedener Schulfächer (Chemie, Physik, Biologie, Arbeitslehre) kann dazu dienen, die Schüler in der Isolation der Fächer nicht sichtbaren Zusammenhänge verfügbar zu machen. Zwar enthalten die Rahmenpläne für Chemie gelegentlich Hinweise auf Zusammenarbeit mit anderen Fächern (HOFFMANN (1), S. 165, S. 167), ohne in der Schulpraxis jedoch hinreichende Berücksichtigung zu finden.

5.2. Veränderungen hinsichtlich der didaktischen Entscheidungen der Chemielehrer

5.2.1. Veränderungen in Thematik und Intentionen

Es wurde bereits verschiedentlich darauf hingewiesen, daß der Chemieunterricht eine lebensnähere Ausrichtung erfahren sollte. Die Einführung gesellschaftlicher Aspekte und die Bezugnahme auf die Lebenssituation der Schüler dürfte die Einstellung zur Schulchemie verbessern. Damit sollte eine Senkung des Abstraktionsniveaus einhergehen. Auf diese Weise tritt auch eine Änderung in den Leitzielen des Chemieunterrichts ein: So kann es zu den Zielsetzungen des Unterrichts gehören, die Wechselwirkung von Naturwissenschaft und Technik einerseits und gesellschaftlichen Veränderungen andererseits besser verständlich zu machen. (SCHMIDT, H., S. 13 f.; SCHAMS, S. 82 f.; vgl. HEYKE, S. 251 ff.) Diese Vorschläge zielen nicht auf eine völlige Änderung der Inhalte und Zielsetzungen des Chemieunterrichts ab. Sie können jedoch ein innovatives Moment in den Unterricht tragen und bewirken, daß wenig praxisrelevante und verzichtbare Inhalte durch motivierende Aspekte der Chemie ersetzt werden. (vgl. BARTSCH, S. 353, S. 356; JUST, S. 246 ff.) Auf welche Inhalte dies zutrifft, kann nur über einen weiten Konsens von Chemielehrern, Fachdidaktikern und Fachwissenschaftlern festgestellt werden.

5.2.2. Veränderungen in Methodik und Medien

Unter den zur Verfügung stehenden Methodenkonzeptionen scheint die des forschenden Unterrichts für die naturwissenschaftlichen Fächer am erfolgversprechendsten zu sein. "Von forschendem Unterricht kann nur gesprochen werden, wenn die Probleme aus der Unterrichtsarbeit herauswachsen, wenn sich die Schüler engagieren und zur Lösung des Problems beitragen (JUNG, S. 63) Dies ist eine sehr anspruchsvolle Zielsetzung, sie kann nicht für jeden Unterrichtsinhalt realisiert werden

Auch die äußeren Bedingungen müssen die Realisierung dieser Konzeption zulassen: "..... der wesentliche Punkt beim forschenden Unterricht ist die Selbständigkeit beim Problemlösen. Teilnahme beim Problemlösen in einer großen Gruppe entartet in engagiertes Zuhören - im besten Fall - der meisten Schüler." (JUNG, S. 64) Der größere Lernerfolg, den der forschende Unterricht gegenüber einem rein rezipierenden Verfahren für sich zu verbuchen hat (JUNG, S. 64), und die Vermittlung von Problemlösungsstrategien (OERTER, S. 134 ff.), die allgemein der Lebensbewältigung dienen, qualifizieren diese Unterrichtsmethode.

Durch die Stofffülle im naturwissenschaftlichen Unterricht besteht eine Tendenz zur Bevorzugung des exemplarischen Verfahrens (WAGENSCHNIEDER, S. 4, S. 7 ff.; SCHOFF, S. 10; PETERSEN, S. 43 ff.), ohne daß die notwendigen lerntheoretischen Konsequenzen der Lernübertragung (Transfer) hinreichende Berücksichtigung finden. Es wird vorausgesetzt, daß die Übertragung gelernter Sachverhalte ohne weiteres von einem Tatbestand auf einen anderen möglich ist: "Wenn also ein Mensch an einem Exemplum eine spezifische Methode erlernte, dann hat er die Möglichkeit, von sich aus gültige, wahre Aussagen über einen bis dahin unbekannten Gegenstand zu machen, sofern dieser durch die gleiche Methode erschlossen werden kann." (BÜTKE, S. 93) Nach den Resultaten psychologischer Lernforschung gelingt Transfer jedoch nur dann optimal, wenn die Übertragbarkeit von Inhalten selbst Lerngegenstand war. (CORRELL (2), S. 215; vgl. JUST, S. 245) Die Kenntnis dieser Zusammenhänge kann vor Enttäuschungen bewahren und zur erfolgreichen Anwendung des exemplarischen Prinzips führen.

Leistungsverbesserungen sind auch durch häufigere Kontrollverfahren zu erzielen. Diese Kontrollen sollten vor allem der Überprüfung des erteilten Unterrichts dienen und somit kriteriumorientierte Messungen darstellen, die zur Steuerung folgenden Unterrichts herangezogen werden. Projektverfahren,

Arbeitsgemeinschaften, Binnen- und Außendifferenzierung, Förderung der Selbständigkeit, Programmierter Unterricht (PIETSCH, S. 131 ff.) und das Learning-how-to-learn (ROTH (2) S. 47 ff.) bieten sich als weitere Mechanismen zur Beeinflussung der Schülerleistungen an.

Die Medienfrage soll nur kurz angesprochen werden: Das hohe Abstraktionsniveau des chemischen Unterrichts wird nicht nur durch die der Chemie innewohnende Abstraktionsstufe, sondern auch durch ein Defizit optimal geeigneter Medien bedingt. So ist beispielsweise der Mangel an Veranschaulichungsmitteln zu beklagen, die selbständige Denkleistungen der Schüler fördern. Die Verwendung von Applikationen zum Entwerfen chemischer Experimentalanordnungen kann als kleiner Schritt zur Bewältigung dieses Problems gewertet werden. (BECKER-JÜNGEL (2), S. 43 ff.; vgl. HÖPFKEN, S. 101 ff.)

6.3. Weitere Veränderungsmöglichkeiten

Der weite Überschneidungsbereich im Kenntnissniveau der Haupt- und Realschüler (vgl. Abb. 1) führt zu der Annahme, daß die zwischen den Schultypen ermittelten Differenzen nicht unüberbrückbar sind. Es ist zu erwarten, daß in Gesamtschulen aufgrund eines breiteren naturwissenschaftlichen Lehrangebots nicht nur generell eine stärkere Förderung der Schüler möglich ist, sondern daß sich für bisherige Hauptschüler Ausbildungsmöglichkeiten in diesem Bereich eröffnen, die nur den Realschülern zugänglich waren. Die Berliner Mittelstufenzentren werden zeigen, inwieweit solche Erwartungen gerechtfertigt sind. (vgl. Senator für Schulwesen (2) und (3)) Für den Bereich der Berliner Hauptschulen ist wegen des hohen Erklärungs werts der Chemie für die Umwelt eine höhere Chemiestundenzahl zumindest in den 10. Klassen zu fordern.

Auf die Bedeutung fachdidaktischer Forschung wurde mehrfach hingewiesen. Die konsequente Übertragung relevanter Forschungsergebnisse auf die Schulpraxis kann zur Erhöhung des Kenntnisstandes der Schüler im Fach Chemie beitragen.

7. Schlußbemerkung

Die vorliegende Arbeit konnte sich nur mit einem schmalen Bereich der Didaktik der Chemie befassen. Sie macht deutlich, daß die Forschung der Fachdidaktik noch in den Anfängen steckt und zeigt eine Vielzahl von Faktoren auf, die einer exakten Untersuchung bedürfen. Sollte die Arbeit das Interesse an fachdidaktischer Forschung steigern können, hätte sie auch ihre weiterführende Zielsetzung erreicht.

8. Literaturverzeichnis

- BACHER, F.: Validitätsvergleich und Struktur von Schulnoten und Leistungstests. In: INGENKAMP, K. - MARSOLEK, T. (Hrsg.): Möglichkeiten und Grenzen der Testanwendung in der Schule. Weinheim 1968, S. 561 ff. (Beltz)
- BARTSCH, I.: Unterrichtsziele im Fach Chemie. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. 1970, 23. Bd., S. 353 ff.
- BECKER, H.-J.: Über den Zusammenhang zwischen Schülerurteilen zur Beliebtheit des Chemieunterrichts und dem Verständnis der Schüler für die chemische Zeichensprache. In: Praxis der Naturwissenschaften (Chemie). 1/1976, S. 23 ff.
- BECKER, H.-J. - JÜNGEL, G. (1): Aufgaben und Stellung der Fachdidaktik im Rahmen der Lehrerbildung, aufgezeigt an Beispielen aus der Chemiedidaktik. In: Praxis der Naturwissenschaften. 9/ 1975, S. 255 ff.
- BECKER, H.-J. - JÜNGEL, G. (2): Applikationen im Chemieunterricht. - Eine neue Einsatzmöglichkeit für den OH - Projektor. In: Neue Unterrichtspraxis. 1/ 1977, S. 43 ff.
- BELSER, H. (1): Wie beurteilt man Schultests ? In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Tests in der Schulpraxis. Weinheim 1973, S. 135 ff. (Beltz)
- BELSER, H. (2): Frankfurter Analogietest FAT 7 - 8. (Testmanual). Weinheim 1965 (Beltz)
- BIGLMAIER, F.: Leistungsmessung durch informelle Lehrertests. In: betrifft: erziehung. 3/1969, S. 22 ff.
- BILLETER, E.: Grundlagen der erforschenden Statistik. Wien 1972 (Springer)
- BLOOM, B. S. u.a.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim 1974 (Beltz)
- BORRIS, M.: Die Benachteiligung der Mädchen in Schulen der Bundesrepublik und Westberlin. Frankfurt/M. 1972 (Europ. Verlags-Anstalt)
- BRICKENKAMP, K.: Handbuch psychologischer und pädagogischer Tests. Göttingen 1975 (Hogrefe)
- BROMBACH, E. - MERSEBURG, G.A. - SCHULZ, W. - SEELIG, C.: Lernleistung und Lehrerurteil. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Die Fragwürdigkeit der Zensurengabe. Weinheim 1976, S. 206 ff. (Beltz)

- BÜTHE, W.: Das exemplarische Verfahren. In: GERNER, P. (Hrsg.): Das exemplarische Prinzip. Darmstadt 1970, S. 76 ff. (Wissenschaftliche Buchgesellschaft)
- BUSELMAIER, W.: Biologie für Mediziner. Berlin 1974 (Springer)
- BYRNE, D.: Introduction to Personality. Englewood Cliffs (New Jersey) 1974 (Prentice Hall)
- CARIN, A. - SUND, R.: Teaching Science Through Discovery. Columbus 1970 (Merrill)
- CARTER, R. S.: Wie gültig sind die durch Lehrer erteilten Zensuren? In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Die Fragwürdigkeit der Zensurengabung. Weinheim 1976, S. 148 ff. (Beltz)
- CHRISTEN, H.R.: Einführung in die Chemie. Frankfurt / M. 1972 (Diesterweg - Salle)
- CLAUSS, G. - EBMER, H.: Grundlagen der Statistik. Berlin 1971 (Volk und Wissen, DDR)
- McCULLICH, C. - van ALL, L.: Statistik programmiert. Weinheim 1972 (Beltz)
- COMBEE, A.: Kritik der Lehrerrolle. München 1973 (List)
- CORRELL, W. (1): Lernpsychologie. Donauwörth 1965 (Auer)
- CORRELL, W. (2): Lernen und Verhalten. Grundlagen der Optimierung von Lernen und Lehren. Frankfurt/M. 1972 (Fischer)
- CRONBACH, L.: Evaluation zur Verbesserung von Curricula. In: WULF, Chr. (Hrsg.): Evaluation - Beschreibung und Bewertung von Unterricht, Curricula und Schulversuchen. München 1972, S. 41 ff. (Piper)
- CUNY, K.H. - WEBER, W.: Chemie - Welt der Stoffe. Hannover 1975 (Schroedel)
- DICKER, H.: Die Reliabilität der Beurteilung von Mathematikarbeiten. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Die Fragwürdigkeit der Zensurengabung. Weinheim 1976, S. 173 ff. (Beltz)
- DIETRICH, R.: Psychodiagnostik. München 1973 (Reinhardt)
- DOHSE, W.: Die Funktion der Zensur. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Die Fragwürdigkeit der Zensurengabung. Weinheim 1976, S. 56 ff. (Beltz)

- DREITZEL, H.P.: Die gesellschaftlichen Leiden und das Leiden an der Gesellschaft. Stuttgart 1972 (Enke)
- DRENTH, P.: Der psychologische Test. München 1969 (Ambrosius)
- DUBS, R. - DELHEES, K. - METZGER, Chr.: Leistungsmessung und Schülerbeurteilung. Zürich 1974 (Verlag d. Schweizer. Kaufm. Vereins)
- DUIT, R.: Über langzeitliches Behalten von Verhaltensdispositionen in einem physikalischen Spiralcurriculum. Kiel 1973 (IPN - Arbeitsberichte)
- DUMKE, D.: Schülerleistung und Zensur (Ergebnisse aus der Arbeit der Niedersächsischen Lehrerfortbildung). Hannover 1973 (Schroedel)
- ENGELHARDT, H. - W.: Bericht zur Arbeitsgruppe IV: Gesellschaftsorientierte Ziele im naturwissenschaftlichen Unterricht - Ansätze, Möglichkeiten und Grenzen. In: DAHNCKE, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1975, S. 510 ff. (Schroedel)
- ENGELMAYER, O.: Die Schülerpersönlichkeit der Hauptschule. München 1970 (Ehrenwirth)
- EWERS, M.: Zielproblematik der Didaktik der Naturwissenschaften. In: DAHNCKE, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1975, S. 500 ff. (Schroedel)
- FISCH, E. - HYLLA, E. - SÜLLWOLD, F.: Rechentest RT 8. (Testmanual) Weinheim 1965 (Beltz)
- FISCHLER, H. (1): Der Informelle Test im Physikunterricht: Konstruktion, Durchführung, Auswertung und Revision. In: Der Physikunterricht. 2/1970, S. 12 ff.
- FISCHLER, H. (2): Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen objektivierter Leistungsmessung im Fach Physik. In: Der Physikunterricht. 4/1970, S. 5 ff.
- FLÖRKE, W. (1): Unfallverhütung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Heidelberg 1967 (Quelle & Meyer)
- FLÖRKE, W. (2): Methode und Praxis des chemischen Unterrichts. Heidelberg 1963 (Quelle & Meyer)
- FRICKE, R. (1): Kriteriumsorientierte Leistungsmessung. Stuttgart 1974 (Kohlhammer)

- FRICKE, R. (2): Über Meßmodelle in der Schulleistungsdiagnostik. Düsseldorf 1972 (Schwann)
- FRIEDRICH, J.: Methoden empirischer Sozialforschung. Reinbek b/ Hamburg 1973 (Rowohlt)
- FUCHS, R.: Lernpsychologische Grundlagen der Unterrichtsgestaltung. München 1974 (Hueber-Holzmann)
- GAGNE, R.: Die Bedingungen des menschlichen Lernens. Hannover 1970 (Schroedel)
- GAUDE, P. - TESCHNER, W.: Objektivierete Leistungsmessung in der Schule. Frankfurt/M. 1971 (Diesterweg)
- GLASER, R.: Unterrichtstechnologie und die Messung von Lernergebnissen: Einige Fragen.
In: STRITTMATTER, P. (Hrsg.): Lernzielorientierte Leistungsmessung. Weinheim 1973, S. 9 ff. (Beltz)
- GLÖCKNER, W. (1): Schlußwort. In: GROSSER, Chr. (Hrsg.): Strukturorientierter Chemieunterricht. Bericht über ein Symposium. Lüneburg 1975, S. 79 f.
- GLÖCKNER, W. (2): Grundausrüstung für den Chemieunterricht.
In: BUKATSCH, F. - GLÖCKNER, W. - KOTTER, L. (Hrsg.): Chemie - Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung. München 1976, S. 228 ff. (Oldenbourg)
- GÖKE, H. - GAERTNER, K. - H.: Schulleistungstests des IFN - Curriculum - Chemie für die Orientierungsstufe. In: Der Chemieunterricht. 2/1971, S. 34 ff.
- GOODE, W. J. - HATT, P. K.: Die schriftliche Befragung.
In: KÖNIG, R. (Hrsg.): Das Interview - Formen, Technik, Auswertung. Köln 1962, S. 161 ff. (Kiepenheuer & Witsch)
- GRAUMANN, C.: Sprache im sozialen Kontext. In: WEINERT, F. - GRAUMANN, C. - HECKHAUSEN, H. - HOFER, M. u.a.: Pädagogische Psychologie 1. Frankfurt/M. 1975, S. 313 ff. (Fischer)
- GRAUMANN, C. - HOFER, M.: Lehrerverhalten und Schülerverhalten. In: WEINERT, F. - GRAUMANN, C. - HECKHAUSEN, H. - HOFER, M. u.a.: Pädagogische Psychologie 1. Frankfurt/M. 1975, S. 521 ff. (Fischer)
- GRELL, J.: Techniken des Lehrerhaltens. Weinheim 1976 (Beltz)

- GRONLUND, N.: Die Anlage von Leistungstests. Frankfurt/M. 1974 (Diesterweg)
- HARBECK, G.: Forschung im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Handbuch der Unterrichtsforschung. Teil III, Weinheim 1971, S. 3089 ff. (Beltz)
- HECKHAUSEN, H.: Bessere Lernmotivation und neue Lernziele. In: WEINERT, F. - GRAUMANN, C. - HECKHAUSEN, H. - HOFER, M. u.a.: Pädagogische Psychologie 1. Frankfurt/M. 1975, S. 575 ff. (Fischer)
- HEIMANN, P. - OTTO, G. - SCHULZ, W.: Unterricht - Analyse und Planung. Hannover 1965 (Schroedel)
- HEIPCKE, K.: Zur Theorie lernzielorientierter Tests - curriculare Entscheidungen und lernzielorientierte Tests -. In: STRITTMATTER, P. (Hrsg.): Lernzielorientierte Leistungsmessung. Weinheim 1973, S. 26 ff. (Beltz)
- HENNIGER - FRANK, W.: Lehrbuch der Chemie. Stuttgart 1973 (Klett)
- HEPRMANN, T.: Lehrbuch der empirischen Persönlichkeitsforschung. Göttingen 1972 (Hogrefe)
- HEYKE, H. - E.: Chemie - Bildungsfundament einer humanen Gesellschaft. In: Naturwissenschaften im Unterricht. 20/1972, S. 248 ff.
- HILDENBRAND, G.: Der Versuch einer umweltbezogenen Einführung in den Chemieunterricht der Sekundarstufe I. In: Praxis der Naturwissenschaften (Chemie). 5/1972, S. 115 ff.
- HILGARD, E.R. - BOWER, G.H.: Theories of Learning. New York 1966 (Meredith Publish. Comp.)
- HILLEBRANDT, F.: Elementare Statistik für Pädagogen, Psychologen und Soziologen. München 1965 (Reinhardt)
- HÖFFKEN, G.: Verbindungsbildung im Chemie - Anfangsunterricht. In: Praxis der Naturwissenschaften (Chemie). 4/1975, S. 101 ff.
- HOFFMANN, F. (1): Einige Bemerkungen zu den neuen Rahmenplänen für Chemie an der Berliner Hauptschule. In: Naturwissenschaften im Unterricht. 4/1971, S. 163 ff.
- HOFFMANN, F. (2): Chemie in der Hauptschule. In: BUKATSCH, F. - GLÖCKNER, W. - KOTTER, L. (Hrsg.) Chemie - Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung. München 1976, S. 159 ff. (Oldenbourg)

- HOLZKAMP, Chr. - SAMTLEBEN, E. - INGENKAMP, K.: Leisten
Realschüler mehr als Hauptschüler ?
Weinheim 1968 (Beltz)
- HOPP, A. - D. - LIENERT, G.A.: Eine Verteilungsanalyse
von Gymnasialzensuren. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.):
Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung.
Weinheim 1976, S. 250 ff. (Beltz)
- HORN, R. (1): Leistungsmessung und Lernzieldefinition.
In: HELLER, K. (Hrsg.): Leistungsbeurteilung
in der Schule. Heidelberg 1975 (Quelle &
Meyer)
- HORN, R. (2): Lernziele und Schülerleistung. Weinheim
1972 (Beltz)
- HYLLA, E.: Vergleichende Leistungsmessung. München 1949
(Oldenbourg)
- INGENKAMP, K. (1): Die Entwicklung von Schultests. In:
INGENKAMP, K. (Hrsg.): Tests in der Schul-
praxis. Weinheim 1973, S. 43 ff. (Beltz)
- INGENKAMP, K. (2): Die Aufgaben der pädagogischen Diag-
nostik und die Testanwendung in Deutschland.
In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Tests in der
Schulpraxis. Weinheim 1973, S. 25 ff.
(Beltz)
- INGENKAMP, K. (3): Möglichkeiten und Grenzen des Lehrerur-
teils und der Schultests. In: ROTH, H.
(Hrsg.): Begabung und Lernen. (Deutscher
Bildungsrat - Gutachten und Studien der
Bildungskommission) Stuttgart 1972, S. 407 ff.
(Klett)
- INGENKAMP, K. (4): Erläuterung einiger statistischer Begriffe
und Vorgehensweisen als Hilfe zur Interpre-
tation von Testergebnissen. In:
INGENKAMP, K. (Hrsg.): Tests in der Schul-
praxis. Weinheim 1973, S. 146 ff. (Beltz)
- INGENKAMP, K. (5): Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung.
Weinheim 1976
- IWON, W.: Motivierung im problemlösenden Unterricht. In:
Naturwissenschaften im Unterricht. 23/1975,
S. 531 ff.
- JACKSON, R.: Die Entwicklung kriteriumsbezogener Tests. In:
STRITTMATTER, P. (Hrsg.): Lernzielorientierte
Leistungsmessung. Weinheim 1973, S. 92 ff.
(Beltz)

- JÄGER, A.O.: Prognose und Bewährung in der Eignungsdiagnostik. In: Psychologische Rundschau. 17/1966, S. 165 ff.
- JÜNGEL, G. (1): Empirisch - statistische Grundlagen zur Unterrichtsforschung. In: Die Realschule. 2/1976, S. 85 ff.
- JÜNGEL, G. (2): Zur Frage der Benotung informeller Tests. In: Die Realschule (noch unveröffentlicht)
- JÜNGEL, G. (3): Zum Problem des Transfer. In: Die Realschule. 6/1976, S. 335 ff.
- JUNG, W.: Beiträge zur Didaktik der Physik. Frankfurt/M. 1970 (Diesterweg)
- JUST, E.: Probleme der Stoffauswahl für den gegenwärtigen Chemieunterricht in der Hauptschule. In: Naturwissenschaften im Unterricht. 21/1973, S. 245 ff.
- KELLERER, H.: Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens. (Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft) München 1963
- KEMPER, A. - FLADT, R.: Chemie. Stuttgart 1968 (Klett)
- KEMPER, A. - GREB, E. - QUINZLER, G.: Chemie B. Stuttgart 1971 (Klett)
- KLAUER, K.J.: Einführung in die Theorie lernzielorientierter Tests. In: KLAUER, K.J. - FRICKE, R. u.a.: Lernzielorientierte Tests. Düsseldorf 1972, S. 13 ff. (Schwann)
- KNOLL, K.: Didaktik des Physikunterrichts. München 1971 (Ehrenwirth)
- KOTTER, L.: Die zentrale Stellung des Experiments im Chemieunterricht. In: BUKATSCH, F. - GLÖCKNER, W. KOTTER, L. (Hrsg.): Chemie - Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung. München 1976, S. 87 ff. (Oldenbourg)
- KRIZ, J.: Statistik in den Sozialwissenschaften. Reinbek b/ Hamburg 1973 (Rowohlt)
- KRUHMKE, H. - KRAMER, M.: Mit Becherglas und Bunsenbrenner. Einführung in die Laborpraxis. Braunschweig 1973 (Westermann)
- KUSCHMANN, W. - ZWIRTZ, H.: Objektive Leistungsmessung in der Schulpraxis (1). In: Neue Unterrichtspraxis. 3/1975, S. 161 ff.
- LANGE - GARITSEN, H.: Strukturkonflikte des Lehrerberufs. Düsseldorf 1972 (Bertelsmann)

- LANGFELDT, H. - P.: Die klassische Testtheorie als Grundlage standardisierter Schulleistungstests. In: HELLER, K. (Hrsg.): Leistungsbeurteilung in der Schule. Heidelberg 1975, S. 96 ff. (Quelle & Meyer)
- LAUTENSCHLAGER, K. - H. u.a.: Chemie (Nachschlagebücher für Grundlagenfächer). Leipzig 1971 (Fachbuchverlag Leipzig)
- LEGWIE, H. - EHLERS, W.: Knaurs moderne Psychologie. Stuttgart 1972 (Droemersch Verlagsgesellschaft)
- LIEMERT, G.: Testaufbau und Testanalyse. Weinheim 1969 (Beltz)
- LINDENBLATT, F.: Chemie experimentell. Göttingen 1965 (Industrie - Druck GmbH)
- MAYITZ, R. - HOLM, K. - HUBNER, P.: Einführung in die Methoden empirischer Soziologie. Opladen 1972 (Westdeutscher Verlag)
- MEDNICK, S.A. - POLLIO, H.R. - LOFTUS, E.F.: Psychologie des Lernens. München 1975 (Juventa)
- MERKENS, H. (1): Einführung in die Statistik für Pädagogen. Teil I. Trier 1975 (Spee-Verlag)
- MERKENS, H. (2): Einführung in die Statistik für Pädagogen. Teil II. Trier 1975 (Spee - Verlag)
- MERZYN, G.: Lehrzielorientierte und normorientierte Tests. In: DAHMCKE, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie - Probleme und Perspektiven - (Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik/Chemie in Freiburg, September 1975). Hannover 1975, S. 219 ff. (Schroedel)
- MÖLLER, Chr.: Technik der Lernplanung. Weinheim 1973 (Beltz)
- MOLLENHAUER, K.: Sozialisation und Schulerfolg. In: ROTH, H. (Hrsg.): Begabung und Lernen. (Deutscher Bildungsrat - Gutachten und Studien der Bildungskommission) Stuttgart 1972, S. 269 ff. (Klett)
- MOTHES, H.: Methodik und Didaktik der Physik und Chemie. Köln 1968 (Aulis)
- MUELLER, E.F. - THOMAS, A.: Einführung in die Sozialpsychologie. Göttingen 1974 (Hogrefe)
- CERTER, R.: Psychologie des Denkens. Donauwörth 1974 (Auer Verlag)
- PAWLIK, K.: Modell- und Praxisdimensionen psychologischer Diagnostik. In: PAWLIK, K. (Hrsg.): Diagnose der Diagnostik. Stuttgart 1976, S. 13 ff. (Klett)

- PETERSEN, G.: Das exemplarische Prinzip als Ansatz fachdidaktischer Forschung und Ausbildung. In: SCHMIDT, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1973, S. 43 ff. (Schroedel)
- PIETSCH, E.: "Forschender Unterricht" mit Lehrprogrammen? In: SCHMIDT, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1973, S. 131 ff. (Schroedel)
- PINC (Projektgruppe integriertes naturwissenschaftliches Curriculum beim Senator für Wissenschaft und Kunst, Berlin): Den eigenen Körper erforschen. Pädagogisches Zentrum Berlin 1974
- POPHAM, W.J. - HUSEK, T.R.: Implikationen kriteriumbezogener Messungen. In: STRITTMATTER, P. (Hrsg.): Lernzielorientierte Leistungsmessung. Weinheim 1973, S. 46 ff. (Beltz)
- QUITZOW, W. - RIEDEL, D.: Inhaltliche Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts nach dem Leitprinzip "Gesellschaftliche Arbeit" - Grundlagen und Strukturprinzipien. In: DAHNCKE, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1975, S. 405 ff. (Schroedel)
- RAHMENPLÄNE: s. Senator für Schulwesen
- RAPP, G.: Messung und Evaluierung von Lernergebnissen in der Schule. Bad Heilbrunn/Obb. 1975 (Klinkhardt)
- REUCHLIN, M.: Testergebnisse und Zensuren der Klassenlehrer. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung. Weinheim 1976, S. 202 ff. (Beltz)
- REULECKE, W. - ROLLETT, B.: Pädagogische Diagnostik und lernzielorientierte Tests. In: PAWLIK, K. (Hrsg.): Diagnose der Diagnostik. Stuttgart 1976, S. 177 ff. (Klett)
- ROSEMANN, B.: Konstruktion und Einsatz von Informellen Tests zur Leistungsbeurteilung (Lernkontrolltests). In: HELLER, K. (Hrsg.): Leistungsbeurteilung in der Schule. Heidelberg 1975 (Quelle & Meyer)
- ROSSA, E. u.a.: Methodik Chemieunterricht. (Hrsg.: Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR). Berlin 1975 (Volk u. Wissen)
- ROTH, E.: Persönlichkeitspsychologie. Stuttgart 1974 (Kohlhammer)
- ROTH, H. (1): Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. Hannover 1965 (Schroedel)

- ROTH, H. (2): Stimmen die deutschen Lehrpläne noch ?
In: ACHTENHAGEN, F. - MEYER, H. (Hrsg.):
Curriculumrevision - Möglichkeiten und
Grenzen. München 1972, S. 47 ff. (Schöningh)
- RUDOLF, H. - ECKERT, K.: Chemieunterricht mit chemischen
Gleichungen in der Hauptschule. In:
Naturwissenschaften im Unterricht.
2/1972, S. 235 ff.
- RÜTTER, T.: Formen der Testaufgabe. München 1973 (Beck)
- RYBACKI, N. - SEIRING, W. u.a.: Didaktisch - organisatori-
sche Gestaltung von Bildungswegen der
9./10. Klassen in der Oberschule Praktischen
Zweiges. In: KLEDZIK, U. (Hrsg.): Entwurf
einer Hauptschule. Hannover 1967, S. 11 ff.
(Schroedel)
- SARDI, Z.: Validitätsuntersuchungen auf dem High school-
Niveau und die Interpretation der Inkonsistenz
der Ergebnisse. In: IPGENKAMP, K. -
MARSOLEK, T. (Hrsg.): Möglichkeiten und
Grenzen der Testanwendung in der Schule.
Weinheim 1968, S. 631 ff. (Beltz)
- SARRIS, V. - LIENERT, G. A.: Konstruktion und Bewährung von
klinisch - psychologischen Testverfahren.
In: SCHRAMM, W. - BAUMANN, G.: Klinische
Psychologie II. Göttingen 1974, S. 286 ff.
(Hogrefe)
- SCHMID, F.: Gedanken zur Gestaltung eines zielgerichteten
Chemieunterrichts. In: Der Chemieunterricht.
2/1973, S. 76 ff.
- SCHIER, H. - P.: Beispiel für einen informellen, lehrerge-
machten, lernzielorientierten Test im
Physikunterricht der Hauptschule. In:
Naturwissenschaften im Unterricht. 8/1975,
S. 328 ff.
- SCHLETZEL, C.: Technik und Natur. Braunschweig 1960
(Westermann)
- SCHLAAK, G.: Schulleistungen und Schulmodelle. Essen 1963
(Neue Deutsche Schule Verlagsges.)
- SCHMIDT, H.: Moderner Chemieunterricht mit neuem Inhalt
am Beispiel der Einführung in die organische
Chemie. In: Der Chemieunterricht. 2/1974
S. 5 ff.
- SCHMIDT, M.: Chemie. Eine Didaktik für die Sekundarstufe I.
Düsseldorf 1972 (Schwann)
- SCHMIDT, R.W.: Verbrennungsvorgänge und Brandbekämpfung.
Pädagogisches Zentrum Berlin 1974
- SCHÖNWÄLDER, G.: Vom Erdöl - Ein Blick in die Welt eines
Rohstoffs. Hamburg 1974 (Deutsche Shell AG.)

- SCHOOFF, J.: Neue Curricula in den Naturwissenschaften.
Hannover 1973 (Schroedel)
- SCHRADER, W.: Validierungsuntersuchungen und Normen als Hilfsmittel bei der Interpretation von Testwerten.
In: INGENKAMP, K. - MARSOLEK, T. (Hrsg.): Möglichkeiten und Grenzen der Testanwendung in der Schule. Weinheim 1968 (Beltz)
- SCHRADER, W.B.: Aufgaben- und Testanalyse als Methoden der Testkonstruktion. In: INGENKAMP, K. - MARSOLEK, T. (Hrsg.): Möglichkeiten und Grenzen der Testanwendung in der Schule. Weinheim 1968, S. 445 ff. (Beltz)
- SEELIG, G.F.: Zur Aufgabenstellung bei objektivierten Leistungsprüfungen. In: INGENKAMP, K. (Hrsg.): Tests in der Schulpraxis. Weinheim 1973, S. 79 ff. (Beltz)
- SEHER, A.: Nahrungsfette. Hrsg.: Bundesausschuß für volkswirtschaftliche Aufklärung. Köln 1967
- SELIG, H.: Einführung in die experimentelle Psychologie. Stuttgart 1971 (Kohlhammer)
- Senat von Berlin: Ausführungsvorschriften betreffend Abschluszeugnisse und Zusatzbescheinigungen für Schüler der 10. Klassen der Hauptschulen. Dienstblatt Teil III, 69/1967
- Senator für Schulwesen (Hrsg.): Rahmenpläne für Unterricht und Erziehung in der Berliner Schule. Berlin o.J.
- Senator für Schulwesen (Hrsg.) (1): Schulentwicklungsplan II für das Land Berlin (1973 - 1977). Berlin 1973
- Senator für Schulwesen (Hrsg.) (2): Mittelstufenzentren in Berlin. Informationsdienst Schulwesen. 4/1972
- Senator für Schulwesen (Hrsg.) (3): Fragen und Antworten zu Mittelstufenzentren in Berlin. Berlin 1973
- Senator für Schulwesen (Beirat für Arbeitslehre) (4): Arbeitsgrundlage Fach Arbeitslehre. Berlin 1970
- SICHELSCHMIDT, R.: Nahrungsmittelchemie (Natur und Technik - Unterrichtseinheiten -). Berlin 1973
(Cornelsen - Velhagen & Klasing)
- SKOWRONEK, H.: Lernen und Lernfähigkeit. München 1974
(Juventa)
- SLONIM, M.J.: Stichprobentheorie. München 1969
(Verlag Moderne Industrie)

- STÄUDEL, L.: Ein Test zur Erfassung der Einstellungen
12 - 14-jähriger Schüler an Gesamtschulen
zum Problembereich Umweltverschmutzung/ Luftver-
schmutzung. In: DAHNKE, H. (Hrsg.): Zur
Didaktik der Physik und Chemie. Hannover
1975, S. 199 ff. (Schroedel)
- STUFFLEBEAM, D.: Evaluation als Entscheidungshilfe. In:
WULF, Chr. (Hrsg.): Evaluation - Beschreibung
und Bewertung von Unterricht, Curricula und
Schulversuchen. München 1972, S. 113 ff.
(Piper)
- ÜBERLA, K.: Faktorenanalyse. Berlin 1971 (Springer)
- WAGENSCHNEIDER, M.: Zum Begriff des Exemplarischen Lehrens.
Weinheim 1963 (Beltz)
- WALKER, H. - LEV, J.: Statistische Methoden für Psychologen,
Soziologen und Pädagogen. Weinheim 1975
(Beltz)
- WANTMAN, M.J.: Die Anwendung von Testergebnissen zur Ver-
besserung des Unterrichts. In: I. GLENKAMP, K. -
MARSCHLEK, T. (Hrsg.): Möglichkeiten und
Grenzen der Testanwendung in der Schule.
Weinheim 1968, S. 919 ff. (Beltz)
- WASHTON, N.: Teaching science creatively in the secondary
schools. Philadelphia 1967 (Saunders)
- WEGENER, B.: Gegenüberstellung von Interessen und Leistungen
von Schülern beim Unterricht mit dem IPN
Curriculum Chemie für die Orientierungsstufe.
In: SCHMIDT, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der
Physik und Chemie. Hannover 1973, S. 181 ff.
(Schroedel)
- WEINERT, F.E. (1): Lernübertragung. In: WEINERT, F.E. -
GRAUMANN, C.F. - HECKHAUSEN, H. -
HOFER, M. u.a.: Pädagogische Psychologie 2.
Frankfurt/M. 1974, S. 625 ff. (Fischer)
- WEINERT, F.E. (2): Die Familie als Sozialisationsbedingung.
In: WEINERT, F.E. - GRAUMANN, C.F. -
HECKHAUSEN, H. - HOFER, M. u.a.: Pädagogi-
sche Psychologie 1, Frankfurt/M. 1975,
S. 357 ff. (Fischer)
- WELLHÖFER, P.: Statistik für Sozialarbeiter/ Sozialpädagogen.
Freiburg i. Breisgau 1975 (Lambertus)
- WENDELER, J.: Standardarbeiten. Weinheim 1974
(Beltz)

- WENZEL, M. - SCHIERHOLZ, M.: Was halten Schüler von gesellschaftsorientierten Lernzielen im Physikunterricht? - Erste Ergebnisse einer Umfrage. In: DAHNCKE, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Hannover 1975, S. 480 ff. (Schroedel)
- ZIELINSKI, W. (1): Die Beurteilung von Schülerleistungen. In: WEINERT, F.E. - GRAUMANN, C.F. - HECKHAUSEN, H. - HOFER, M. u.a.: Pädagogische Psychologie 2. Frankfurt/M. 1974, S. 877 ff. (Fischer)
- ZIELINSKI, W. (2): Verfahren zur Beurteilung des Unterrichts. In: WEINERT, F.E. - GRAUMANN, C.F. - HECKHAUSEN, H. - HOFER, M. u.a.: Pädagogische Psychologie 2. Frankfurt/M. 1974, S. 901 ff. (Fischer)
- ZWIRTZ, H.: Objektive Leistungsmessung in der Schulpraxis (2) In: Neue Unterrichtspraxis. 6/1975, S. 351 ff.

Annals

Schulleistungstest mit ergänzenden Fragen
an die Schüler

Schule: _____

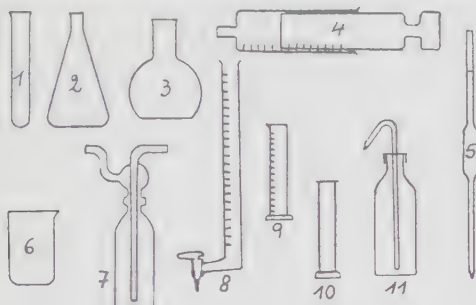
Klasse: _____

Teil A

1. Geschlecht: männlich ☐
weiblich ☐
2. Wie schätzt Du das Fach Chemie im letzten Schuljahr ein ?
Es war interessant ☐
Es interessierte mich manchmal ☐
Es war mir gleichgültig ☐
Ich nahm ungern daran teil ☐
3. Welche Zeugnissnote erwartest Du im Fach Chemie zu Ostern 1976 ?
Note ☐
4. Hast Du längere Zeit den Chemieunterricht versäumt ?
ja ☐
nein ☐
5. Welche Pläne hast Du für die Zeit nach der Beendigung der Schulzeit an dieser Schule ?
Ich besuche eine weiterführende Schule (Fachschule, Wirtschaftsschule usw.) ☐
Ich gehe in die Lehre ☐
Ich ergreife einen Beruf ohne Lehrzeit (Anlernberuf) ☐
6. Bei der Durchführung chemischer Versuche sind zahlreiche Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten. Welcher Meinung bist Du ?
Diese Vorschriften gelten nur für Ungeübte ☐
Diese Vorschriften gehen vom schlimmsten Fall aus und können daher umgangen werden ☐
Man muß diese Vorschriften immer genau beachten ☐
Diese Vorschriften sind überflüssig ☐
7. Glaubst Du, daß Dir Dein Wissen in Chemie in der Zukunft helfen kann ?
ja ☐
vielleicht ☐
nein ☐
8. Für Hauptschulen:
Erwartest Du eine Zusatzbescheinigung, die Dein Hauptschulzeugnis dem Realschulabschluß gleichstellt ?
ja ☐
nein ☐

Teil B

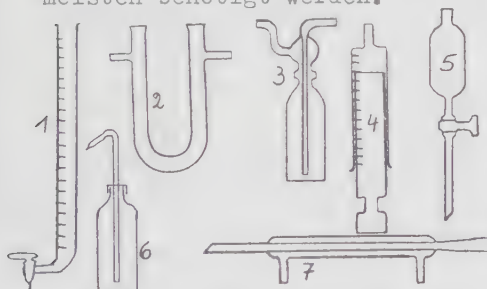
1. Hier sind mehrere Arbeitsgeräte der Chemie abgebildet. Nur von einigen sind die Bezeichnungen angegeben. Ordne diesen Bezeichnungen die Nummern der entsprechenden Geräte zu.



Beispiel:
 Reagenzglas
 Becherglas
 Standzylinder
 Erlenmeyerkolben
 Waschflasche
 Bürette
 Kolbenprober

1

2. Hier sind mehrere Geräte abgebildet. Notiere jeweils die Nummern der Geräte, die für die folgenden Arbeiten am meisten benötigt werden.



Zum Destillieren benötigt
 man Nummer
 Zum Titrieren benötigt
 man Nummer
 Zum Reinigen eines Gases
 benötigt man Nummer
 Zum Trennen von zwei nicht
 mischbaren Flüssigkeiten
 benötigt man Nummer

3. In einem Meßgefäß befindet sich eine bestimmte Wassermenge. Wieviel Wasser enthält das Gefäß ?



63 ml
 57 ml
 62 ml
 58 ml

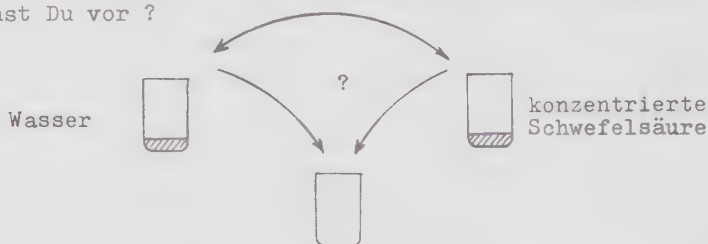
4. Der Geruch einer unbekannten Substanz, die sich in einem Reagenzglas befindet, soll festgestellt werden. Wie geht man vor ?

Ein Tropfen der Substanz wird auf den Handrücken gegeben. Daran riecht man vorsichtig
 Man riecht vorsichtig an der Reagenzglasöffnung
 Man fächelt sich die Dämpfe von der Reagenzglasöffnung zu
 Man erhitzt die Substanz und riecht dann an der Reagenzglasöffnung

5. Wenn man im Reagenzglas eine Flüssigkeit zum Sieden bringen will, schüttelt man es stets leicht mit der Reagenzglasklammer. Weshalb geht man so vor ?

- Ein Verspritzen der Flüssigkeit soll verhindert werden ☐
- Ein Entflammen der Reagenzglasklammer soll verhindert werden ☐
- Eine Entzündung der austretenden Dämpfe soll verhindert werden ☐
- Ein Schmelzen des oberen Reagenzglasteils soll verhindert werden ☐

6. Du sollst konzentrierte Schwefelsäure mit Wasser versetzen. Wie gehst Du vor ?



- Ich gebe das Wasser tröpfchenweise in die Säure ☐
- Ich gebe das Wasser rasch in die Säure ☐
- Ich gebe die Säure in das Wasser ☐
- Ich gebe Säure und Wasser gleichzeitig in ein drittes Gefäß ☐

7.



In allen Gefäßen befindet sich Salzsäure. Ist die Aufbewahrung gefährlich ?

- Nein. Alle Flaschen sind gekennzeichnet ☐
- Nein. Alle Flaschen sind verschlossen ☐
- Ja. Die Flasche 3 enthält zu große Mengen ☐
- Ja. Bierflaschen dürfen nicht mit Salzsäure gefüllt werden ☐

8. Eine chemische Veränderung ist stets gekennzeichnet durch
- | | |
|---|--------------------------|
| eine Farbveränderung | ☐ |
| eine Temperaturerhöhung | ☐ |
| eine Veränderung des Aggregatzustands | ☐ |
| eine dauernde Stoffveränderung | ☐ |

9. Eine chemische Verbindung soll aus zwei Elementen hergestellt werden. Welche Eigenschaften wird die Verbindung haben ?

Die Eigenschaften der Verbindung sind unabhängig von den Eigenschaften der beiden Elemente ☐

Die Eigenschaften der Verbindung sind abhängig von dem Element, das im Überschuß vorhanden ist ☐

Die Eigenschaften sind abhängig von dem Element, das in der Verbindung in größerer Menge enthalten ist ☐

Die Eigenschaften der Verbindung sind ein Mittelwert zwischen den Eigenschaften der beiden Elemente ☐

10. Unter den folgenden Stoffen befindet sich eine chemische Verbindung. Kreuze sie an.

Luft	☐
Wasser	☐
Kupferpulver	☐
Aluminiumspäne	☐

11. Unter den folgenden Stoffen befindet sich ein chemisches Element. Kreuze es an.

Eisenchlorid	☐
Eisenphosphat	☐
Eisensulfid	☐
Eisenspäne	☐

12. Was ist ein Oxid ?

jede Verbindung, die Sauerstoff enthält ☐

eine Verbindung zwischen einem Element und Wasserstoff

eine Verbindung zwischen einem Element und Sauerstoff ☐

jede Verbindung, die Wasserstoff enthält ☐

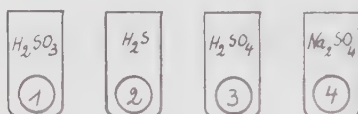
13. Luft besteht im wesentlichen aus

Stickstoff und Wasserstoff	☐
Sauerstoff und Wasserstoff	☐
Stickstoff und Sauerstoff	☐
Stickstoff und Kohlendioxid	☐

14. Ordne wie im Beispiel angegeben die Nummern der chemischen Symbole den Elementen zu.

1. K	5. S	Aluminium	2
2. Al	6. C	Wasserstoff	
3. N	7. W	Sauerstoff	
4. O	8. H	Kohlenstoff	
		Stickstoff	

15. Du erhältst den Auftrag, von einem Chemikalienbord die Schwefelsäure zu holen. Welchen Behälter nimmst Du ?



Ich nehme
den Behälter Nummer

16. Die chemische Formel der Natronlauge lautet

NaOH	
NaCl	
NaNO ₃	
Na ₂ SO ₃	

17. Kreuze die Formel des Traubenzuckers an.

$C_{12}H_{22}O_{11}$	☐
$(C_{12}H_{10}O_5)_n$	☐
$C_6H_{12}O_6$	☐
C_6H_6	☐

18. Sauerstoff ist 2 - wertig. Bestimme die Wertigkeit der Elemente aus den Formeln.

Formeln:

Beispiel: Fe_2O_3
MgO
 SO_3

Fe ist - wertig.
Mg ist - wertig.
S ist - wertig.

19. Methan (Formel: CH_4) wird verbrannt. Kreuze die richtige Gleichung an.

CH_4	+	2	O_2	→	CO_2	+	H_2O		☐
CH_4	+	2	O_2	→	CO_2	+	2 H_2O		☐
CH_4	+		O_2	→	CO_2	+	H_2O		☐
2 CH_4	+	2	O_2	→	2 CO_2	+	2 H_2O		☐

20. Salzsäure und Natronlauge werden zusammengegeben. Versuche, diesen Vorgang in einer Wortgleichung und in einer Formelgleichung darzustellen.

Wortgleichung:

Salzsäure + Natronlauge → _____ + _____

Formelgleichung:

HCl + _____ → _____ + _____

21. In der Autobatterie befindet sich

Schwefelsäure	☐
Salzsäure	☐
schweflige Säure	☐
Salpetersäure	☐

22. Von einer Chemikalienflasche hat sich das Etikett gelöst. Wie läßt sich feststellen, ob sie eine Säure enthält ?

Dies kann man prüfen mit

Jod-Kaliumjodid-Lösung	☐
Stärkelösung	☐
Fehlingscher Lösung	☐
Lackmuslösung	☐

23. Die Salze der Schwefelsäure heißen

Sulfite	☐
Sulfate	☐
Sulfonamide	☐
Sulfide	☐

24. Salzsäure und Natronlauge werden zusammengegeben. Diesen Vorgang nennt man

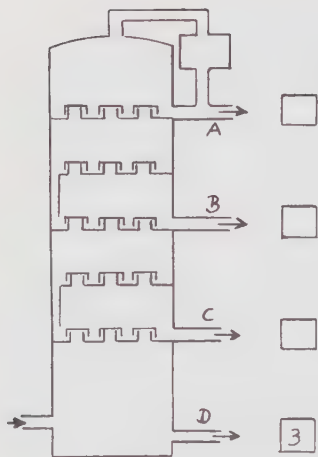
Dissoziation	☐
Neutralisation	☐
Oxydation	☐
Reduktion	☐

25. Welche Aussage trifft zu ?

Laugen kann man aus Oxiden der Nichtmetalle herstellen..	☐
Säuren kann man aus Oxiden der Nichtmetalle herstellen..	☐
Säuren kann man aus Oxiden der Metalle herstellen	☐
Laugen und Säuren kann man aus Oxiden der Metalle herstellen	☐

26. Erdöl wird gefördert aus

bestimmten porösen Gesteinsschichten	☐
bestimmten sehr tiefen Höhlen	☐
bestimmten Steinsalzschiechten	☐
bestimmten unterirdischen Seen	☐



27. Hier siehst Du die Schnittzeichnung einer Anlage, in der Erdöl verarbeitet wird. Was geschieht hier ?

- Erdöl wird gekrackt ☐
- Erdöl wird destilliert ☐
- Erdöl wird von Verunreinigungen gereinigt ☐
- Erdöl wird in Elemente zerlegt ☐

28. Überlege nun, welche Stoffe in den Rohrleitungen A bis C anfallen. Hier steht eine Auswahl von Stoffen.

Schreibe wie im Beispiel D angegeben die Nummern der richtigen Stoffe in die Kästchen.

- 1 Kohlenstoff
2 Petroleum
3 Rückstand
4 Benzin

- 5 Wasserdampf
6 Dieselöl
7 Bitumen
8 Schmieröl

29. In einem Streitgespräch über das Crackverfahren werden folgende Meinungen vertreten. Kreuze die richtige an.

- Dabei werden Elemente gespalten ☐
- Dabei wird aus Benzin Dieselöl hergestellt ☐
- Dabei werden lange Molekülketten in kürzere Ketten gespalten ☐
- Dabei werden Moleküle so lange gespalten, bis Atombruchstücke vorliegen ☐

30. Hier siehst Du eine Reihe von Stoffen. Wähle wie im Beispiel angegeben die richtigen Stoffe aus und trage die Nummern ein.

- 1 Glycerin
2 Aceton
3 Propan
4 Oktan
5 Buna
6 Methan

Beispiel:

Campinggas besteht oft aus ☐ 3

Erdgas besteht im wesentlichen aus ☐

Ein Bestandteil des Benzins ist ... ☐

31. In Supermärkten wird reiner Traubenzucker in großen Mengen billig angeboten. Woraus wird er meistens industriell hergestellt ?

- Weintrauben ☐
- Trockenobst ☐
- Stärke ☐
- Zuckerrohr ☐

32. Rübenzucker und Traubenzucker kann man unterscheiden mit

Lackmuslösung	☐
Jodlösung	☐
Fehlingscher Lösung	☐
Stärkelösung	☐

33. Der menschliche Körper baut Stärke ab zu

Traubenzucker	☐
Rübenzucker	☐
Milchzucker	☐
Fruchtzucker	☐

34. Stärke kann man nachweisen mit

Fehlingscher Lösung	☐
Bleiacetatpapier	☐
Lackmuspapier	☐
Jodlösung	☐

35. Pflanzenfette können nach verschiedenen Methoden aus fett-haltigen Pflanzenteilen gewonnen werden. Welches Verfahren ist möglich ?

Herauslösen mit Salzsäure	☐
Herauslösen mit Wasser	☐
Herauslösen mit Natronlauge	☐
Herauslösen mit Benzin	☐

36. Beim Ranzigwerden von Butter entsteht neben Fettsäuren

Glycerin	☐
Wasser	☐
Stärke	☐
schweflige Säure	☐

37. Wodurch unterscheiden sich bei Zimmertemperatur flüssige Fette (z.B. Olivenöl) von festen Fetten (z.B. Kokosfett) ?

Die Moleküle fester Fette sind wesentlich größer als die der flüssigen Fette	☐
Feste Fette besitzen mehr ungesättigte Fettsäuren als flüssige Fette	☐
Flüssige Fette enthalten mehr Mehrfachbindungen als feste Fette	☐
In flüssigen Fetten ist der Wasseranteil höher als in festen Fetten	☐

38. Welche chemischen Elemente sind in allen Eiweißen enthalten ?

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff	☐
Kalium, Wasserstoff, Sauerstoff, Eisen	☐
Kohlenstoff, Magnesium, Sauerstoff, Natrium	☐
Kohlenstoff, Wasserstoff, Chlor, Calcium	☐

39. Die Bausteine der Eiweiße sind

Kohlenhydrate	☐
Aminosäuren	☐
Glucosemoleküle	☐
Stärkemoleküle	☐

40. Welcher der folgenden Stoffe besteht aus Eiweiß ?

Baumwolle	☐
Zellulose	☐
Zellwolle	☐
Schafwolle	☐

Prüfe bitte, ob Du nichts übersehen hast .

Einführungsbrief und Fragen an die Lehrer

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen !

Mit den beigelegten Fragebogen sollen die Chemiekennntnisse der Schulabgänger Berliner Haupt- und Realschulen ermittelt werden. Die anonyme Befragung hat das Ziel, neben der Feststellung des absoluten Kenntnisstandes eine Vergleichsmöglichkeit zwischen den Absolventen beider Schulzweige zu schaffen. Um einen objektiven Vergleich zu ermöglichen, werden Sie bei der Durchführung des Tests um die Beachtung nachstehender Punkte gebeten:

- Verlesen Sie bitte nach dem Verteilen der Testformulare den folgenden Text.

"Liebe Schüler !

Die Fragen, die Ihr beantworten sollt, dienen einer wissenschaftlichen Untersuchung. Das Ausfüllen des Fragebogens kann Euch keine Nachteile bringen, weil Ihr Eure Namen nicht anzugeben braucht. Deshalb ist es auch unnütz, Antworten vom Nachbarn zu übernehmen. Wichtig für diese Untersuchung sind nur Antworten, die Ihr selbst findet.

Damit Euch die Beantwortung wenig Mühe bereitet, sind für die meisten Fragen schon Antwortmöglichkeiten erarbeitet. Eure Aufgabe ist es dann nur, die zutreffende Antwort auszuwählen und anzukreuzen. Ihr dürft nur ein Kreuz setzen, weil immer nur eine Antwort richtig ist. Kreuzt bitte erst an, wenn Ihr alle Lösungsvorschläge der Frage gelesen habt.

Solltet Ihr Euch beim Ankreuzen irren, dann macht das falsche Kreuz unkenntlich und kreuzt erneut an.



(Beispiel an der Tafel)

In einigen Aufgaben sind Zahlen anzugeben (- Bitte beispielsweise auf die Aufgaben 1 und 2 des Fragebogens hinweisen.-). In solchen Fällen gehört in jedes Kästchen eine Zahl.

Wenn Ihr die Lösung nicht wißt, laßt Ihr die Frage offen und geht zur nächsten über.

Ihr habt etwa 40 Minuten Zeit.

Solltet Ihr noch Fragen haben, meldet Euch bitte.
(Beantwortung der Fragen)

Beginnt bitte."

- Helfen Sie bitte Ihren Schülern, wenn sich trotz der Anweisungen in Einzelfällen Schwierigkeiten ergeben, mit organisatorischen, nicht aber mit fachlichen Hinweisen.
- Die Arbeitszeit ist grundsätzlich nicht begrenzt. Jeder Schüler sollte die Möglichkeit haben, alle Fragen zu beantworten. Erprobungen haben gezeigt, daß nur wenige Schüler länger als 40 Minuten arbeiten.
- Achten Sie bitte darauf, daß jeder Schüler selbständig arbeitet.

Abschließend werden Sie für die Klasse, in der Sie diese Befragung durchführen, um folgende Auskünfte gebeten:

1. Schule: _____
Klasse: _____

2. Wie beurteilen Sie die Chemieausstattung an Ihrer Schule ?

2.1. Im Hinblick auf Demonstrationsversuche:

gut	☐
mittelmäßig	☐
schlecht	☐

2.2. Im Hinblick auf Schülerübungen:

gut	☐
mittelmäßig	☐
schlecht	☐

3. Wurden im letzten Schuljahr Demonstrationsversuche durchgeführt ?

ja, häufig	☐
ja, selten	☐
nein	☐

4. Wurden im letzten Schuljahr Schülerversuche durchgeführt ?

ja, häufig	☐
ja, selten	☐
nein	☐

5. Wird der Chemieunterricht in geteilten Klassen durchgeführt ?

ja	☐
ja, manchmal	☐
nein	☐

6. Wie wird der Chemieunterricht erteilt ?

epochal	☐
durchgängig mit 1 Wochenstunde	☐
durchgängig mit 2 Wochenstunden	☐

7. Sind im letzten Schuljahr Chemiestunden ausgefallen ?

ja, häufig	☐
ja, selten	☐
nein	☐

Recht herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit.

Rohwert - Tabelle

Punktzahl	Hauptschüler			Realschüler			Haupt- und Realschüler
	J	M	J/M	J	M	J/M	
1	0	1	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	2	0	0	0	2
4	2	2	4	0	0	0	4
5	3	3	6	0	0	0	6
6	2	4	6	0	0	0	6
7	4	4	8	0	0	0	8
8	4	9	13	0	0	0	13
9	4	6	10	0	0	0	10
10	7	15	22	1	3	4	26
11	10	7	17	1	5	6	23
12	9	13	22	1	6	7	29
13	7	12	19	1	3	4	23
14	8	10	18	2	6	8	26
15	10	4	14	4	1	5	19
16	8	5	13	2	4	6	19
17	5	8	13	5	11	16	29
18	2	2	4	8	10	18	22
19	4	2	6	6	14	20	26
20	5	2	7	4	9	13	20
21	6	2	8	9	8	17	25
22	4	0	4	10	17	27	31
23	4	6	10	4	9	13	23
24	4	3	7	5	12	17	24
25	6	4	10	7	5	12	22
26	5	6	11	6	3	9	20
27	5	5	10	18	4	22	32
28	5	6	11	9	4	13	24
29	3	3	6	7	4	11	17
30	4	2	6	5	1	6	12
31	5	1	6	11	3	14	20
32	1	0	1	7	4	11	12
33	3	0	3	2	2	4	7
34	3	0	3	8	2	10	13
35	0	0	0	2	0	2	2
36	1	0	1	5	0	5	6
37	0	0	0	3	0	3	3
40	0	0	0	1	0	1	1
	155	147	302	154	150	304	606

Die statistische Auswertung erfolgte zum Teil über das Rechenzentrum der Pädagogischen Hochschule Berlin.

Signifikanzniveaus für Differenzen

Subtest/ Testitem	Haupt- und Realschülern		Jungen und Mäd- chen (Hauptsch.)		Jungen und Mädchen (Realschule) +)	
	1	2	3	4	5	6
I		n.s.		n.s.	0,1%	
1		0,1%		n.s.	0,1%	
2		2%	1%		1%	
3		5%		n.s.	1%	
4		0,1%		n.s.		n.s.
5		n.s.		n.s.	1%	
6		n.s.	5%		1%	
7		n.s.		n.s.		n.s.
II		0,1%	5%		0,1%	
8		0,1%	0,1%		1%	
9		0,1%	2%		5%	
10		1%		n.s.	0,1%	
11		0,1%		n.s.	0,1%	
12		0,1%		n.s.		n.s.
13		0,1%		n.s.		n.s.
III		0,1%		n.s.	0,1%	
14		0,1%		n.s.	1%	
15		0,1%		n.s.		n.s.
16		0,1%		n.s.		n.s.
17		0,1%		n.s.		n.s.
18		0,1%		n.s.	0,1%	
19		0,1%		n.s.	0,1%	
20		0,1%		n.s.	0,1%	
IV		1%	1%		0,1%	
21		5%	1%		0,1%	
22		0,1%	5%			n.s.
23		n.s.		n.s.	5%	
24		5%	5%		0,1%	
25		0,1%	2%			n.s.
V		0,1%		n.s.		n.s.
26		0,1%		n.s.		n.s.
27		n.s.		n.s.		n.s.
28		0,1%		n.s.		n.s.
29		0,1%		n.s.	1%	
30		0,1%	0,1%			
VI		0,1%		n.s.		n.s.
31		0,1%		n.s.		n.s.
32		0,1%		n.s.		n.s.
33		0,1%		n.s.		n.s.
34		n.s.		n.s.		n.s.
35		n.s.		n.s.	1%	
36		0,1%		n.s.		n.s.
37		0,1%		n.s.		n.s.
38		0,1%		n.s.	5%	
39		0,1%	2%			n.s.
40		n.s.		n.s.		n.s.

- +) 1 = signifikant bessere Leistungen der Hauptschüler
 2 = " " " " Realschüler
 3 = " " " " Jungen (Hauptschule)
 4 = " " " " Mädchen "
 5 = " " " " Jungen (Realschule)
 6 = " " " " Mädchen "
 n.s. = nicht signifikant

Signifikanzniveaus für Differenzen

zwischen

Subtest/ Testitem	Jungen der Haupt- und Realschule		Mädchen der Haupt- und Realschule		Jungen (HS u. Mädch.)	
	7	8	9	10	11	12
I	n.s.		n.s.		1%	
1		0,1%	n.s.		n.s.	
2	n.s.			5%	n.s.	
3		2%	n.s.		n.s.	
4		5%		0,1%		1%
5	n.s.		2%		5%	
6	n.s.		n.s.		0,1%	
7	n.s.		n.s.		5%	
II		0,1%		0,1%	n.s.	
8		1%		0,1%	n.s.	
9		1%		1%	n.s.	
10		0,1%	n.s.		n.s.	
11		0,1%	n.s.		n.s.	
12		0,1%		0,1%		0,1%
13		0,1%		0,1%	n.s.	
III		0,1%		0,1%		0,1%
14		0,1%		0,1%		0,1%
15		0,1%		0,1%		0,1%
16		0,1%		0,1%		0,1%
17		0,1%		0,1%		0,1%
18		0,1%	n.s.		n.s.	
19		0,1%		1%		5%
20		0,1%		1%		5%
IV		1%	n.s.		5%	
21		2%	n.s.		5%	
22		2%		0,1%		5%
23	n.s.		1%		5%	
24		1%	n.s.		2%	
25		1%		1%	n.s.	
V		0,1%		0,1%		1%
26		1%		1%		1%
27	n.s.		n.s.		n.s.	
28		1%		5%	n.s.	
29		0,1%		0,1%		0,1%
30		0,1%		0,1%		0,1%
VI		0,1%		0,1%		0,1%
31		1%		1%		1%
32		1%		0,1%		1%
33		0,1%		0,1%		0,1%
34	n.s.		n.s.		n.s.	
35	n.s.		n.s.		n.s.	
36		0,1%		0,1%		0,1%
37		0,1%		1%		0,1%
38		0,1%		1%		1%
39		0,1%		0,1%		0,1%
40	5%		n.s.		n.s.	

+) 7 = signifikant bessere Leistungen der Jungen (Hauptschule)
 8 = " " " " " (Realschule)
 9 = " " " " " Mädchen (Hauptschule)
 10 = " " " " " " (Realschule)
 11 = " " " " " Jungen (Hauptschule)
 12 = " " " " " Mädchen (Realschule)
 n.s. = nicht signifikant

Schwierigkeits- und Trennschärfeindizes

Item	Schwierigkeit		Trennschärfe	
	Hauptsch.	Realsch.	Hauptsch.	Realsch.
1 ⁺)	38	52	0,53	0,59
2 ⁺)	22	31	0,69	0,42
3	35	47	0,26	0,36
4	75	92	0,20	0,09
5	35	28	0,21	0,35
6	51	40	0,47	0,24
7	66	60	0,27	0,22
8	25	51	0,43	0,51
9	20	32	0,54	0,34
10	37	50	0,53	0,49
11	23	45	0,57	0,37
12	20	54	0,18	0,33
13 ⁺)	42	37	0,25	0,27
14 ⁺)	54	91	0,48	0,22
15	48	93	0,45	0,24
16	39	80	0,44	0,29
17 ⁺)	38	75	0,41	0,48
18 ⁺)	22	38	0,74	0,45
19 ⁺)	15	34	0,20	0,37
20 ⁺)	21	50	0,47	0,52
21	24	34	0,12	0,29
22	74	90	0,26	0,25
23	70	77	0,21	0,14
24	39	48	0,51	0,43
25	5	21	0,05	0,21
26	23	44	0,14	0,09
27 ⁺)	12	17	0,23	0,35
28 ⁺)	7	17	0,19	0,33
29 ⁺)	17	56	0,34	0,36
30 ⁺)	27	57	0,39	0,42
31	15	36	0,30	0,17
32	23	48	0,42	0,39
33	52	85	0,35	0,18
34	40	42	0,57	0,23
35	0	2	0,28	0,35
36	12	47	0,33	0,17
37	1	18	0,11	0,20
38	33	61	0,36	0,38
39	14	46	0,27	0,43
40	16	5	0,40	0,19

⁺) Anmerkung: Die Schwierigkeitsindizes dieser Items wurden wegen der geringen Ratewahrscheinlichkeit nicht zufallsabhängig. Diese Aufgaben setzen sich aus zwei oder mehr Aufgabenteilen zusammen, für die jeweils auch getrennte Schwierigkeitsindizes berechnet werden könnten. Das hier gewählte Verfahren der Zusammenfassung der Teilaufgaben stellt die strengere Methode dar und trägt zu einem höheren Schwierigkeitsniveau bei.

Korrelationsmatrix

	G	I	II	III	IV	V
Gesamttest (G)						
Subtest I	0.700					
" II	0.818	0.502				
" III	0.859	0.530	0.659			
" IV	0.619	0.363	0.505	0.480		
" V	0.604	0.262	0.426	0.402	0.291	
" VI	0.778	0.447	0.516	0.560	0.304	0.445

Resultat der Faktorenanalyse

<u>Subtest</u>	<u>Faktorenladung</u>
I	0.623
II	0.785
III	0.797
IV	0.570
V	0.527
VI	0.673

Normentabelle
(Hauptschüler)

Rohwerte	PR-Werte	T-Werte	Normenbänder (p = 0,68)	
			PR - Band	T-Wert-Band
0	0	20	0 - 1	20 - 27
1	0,3	23	0 - 2	20 - 30
2	0,3	23	0 - 4	20 - 33
3	1,0	27	0 - 6	20 - 35
4	2,3	30	0 - 9	23 - 37
5	4,3	33	0 - 13	23 - 39
6	6,3	35	1 - 17	27 - 40
7	8,9	37	2 - 24	30 - 43
8	13,2	39	4 - 30	33 - 45
9	16,5	40	6 - 37	35 - 47
10	23,8	43	9 - 43	37 - 48
11	29,5	45	13 - 49	39 - 50
12	36,8	47	17 - 54	40 - 51
13	43,0	48	24 - 58	43 - 52
14	49,0	50	30 - 62	45 - 53
15	53,6	51	37 - 64	47 - 53
16	57,9	52	43 - 66	48 - 54
17	62,3	53	49 - 68	50 - 55
18	63,6	53	54 - 71	51 - 55
19	65,6	54	58 - 72	52 - 56
20	67,9	55	62 - 75	53 - 57
21	70,5	55	64 - 78	53 - 58
22	71,9	56	66 - 81	54 - 59
23	75,2	57	68 - 84	55 - 60
24	77,5	58	71 - 88	55 - 62
25	80,8	59	72 - 91	56 - 64
26	84,4	60	75 - 93	57 - 65
27	87,7	62	78 - 95	58 - 67
28	91,4	64	81 - 97	59 - 69
29	93,4	65	84 - 98	60 - 70
30	95,4	67	88 - 99	62 - 72
31	97,4	69	91 - 100	64 - 78
32	97,7	70	93 - 100	55 - 78
33	98,7	72	95 - 100	67 - 80
34	99,7	78	97 - 100	69 - 80
35	99,7	78	98 - 100	70 - 80
36	100,0	80	99 - 100	72 - 80

Normentabelle
(Realschüler)

Notwerte	PR-Werte	T-Werte	Normenbänder (p = 0,58)	
			PR-Band	T-Wert-Band
9	0	20	0 - 6	20 - 34
10	1,3	28	0 - 7	20 - 35
11	3,3	32	0 - 10	20 - 37
12	5,6	34	0 - 11	20 - 38
13	6,9	35	1 - 13	28 - 39
14	9,5	37	3 - 18	32 - 41
15	11,2	38	6 - 24	34 - 43
16	13,2	39	7 - 31	35 - 45
17	18,4	41	10 - 35	37 - 46
18	24,3	43	11 - 41	38 - 48
19	30,9	45	13 - 50	39 - 50
20	35,2	46	18 - 54	41 - 51
21	40,8	48	24 - 60	43 - 52
22	49,7	50	31 - 64	45 - 53
23	53,9	51	35 - 66	46 - 54
24	59,5	52	41 - 74	48 - 56
25	63,5	53	50 - 78	50 - 58
26	66,4	54	54 - 82	51 - 59
27	73,7	55	60 - 84	52 - 60
28	78,0	56	64 - 88	53 - 62
29	81,6	59	66 - 92	54 - 64
30	83,6	60	74 - 93	56 - 65
31	88,2	62	78 - 96	58 - 68
32	91,8	64	82 - 97	59 - 69
33	93,1	65	84 - 99	60 - 72
34	96,4	68	88 - 100	62 - 78
35	97,0	69	92 - 100	64 - 78
36	98,7	72	93 - 100	65 - 78
37	99,7	78	96 - 100	68 - 80
38	99,7	78	97 - 100	69 - 80
39	99,7	78	99 - 100	72 - 80
40	100,0	80	100	78 - 80

Verzeichnis der am Testverfahren beteiligten Schulen

1. Hauptschulen

Hans - Bredow - Oberschule, 1 Berlin 55
Karl - Börger - Oberschule, 1 Berlin 55
Hans - Sachs - Oberschule, 1 Berlin 51
Schlesien - Oberschule, 1 Berlin 10
Gottlieb - Daimler - Oberschule, 1 Berlin 20
Fichte - Oberschule, 1 Berlin 31
Leistikow - Oberschule, 1 Berlin 37
Bobertal - Oberschule, 1 Berlin 31
Frankenwald - Oberschule, 1 Berlin 45
Solling - Oberschule, 1 Berlin 48
Rütli - Oberschule, 1 Berlin 44
Albrecht - Haushofer - Oberschule, 1 Berlin 27

2. Realschulen

Fontane - Oberschule, 1 Berlin 21
Fritjof - Nansen - Oberschule, 1 Berlin 65
Robert - Bosch - Oberschule, 1 Berlin 19
Wilhelm - Maybach - Oberschule, 1 Berlin 20
Otto - von - Guericke - Oberschule, 1 Berlin 31
Beucke - Oberschule, 1 Berlin 37
Georg - von - Giesche - Oberschule, 1 Berlin 30
Max - von - Laue - Oberschule, 1 Berlin 45
Hugo - Gaudig - Oberschule, 1 Berlin 42
Heinrich - Heine - Oberschule, 1 Berlin 44
6. Realschule, 1 Berlin 27
Benjamin - Franklin - Oberschule, 1 Berlin 27

Lebenslauf

15. 1.1940 geboren in Berlin als Sohn des Flugmaschinisten Werner Jüngel und seiner Ehefrau Erika, geborene Mathwig
22. 5.1963 Reifeprüfung an der Peter A. Silbermann-Schule (Berliner Abendgymnasium) nach Abschluß einer kaufmännischen Lehre mit entsprechender Berufsausübung
- 25.7. 1967 Erstes Staatsexamen für das Amt des Lehrers (Wahlfach Chemie) als Abschluß eines Lehrerstudiums an der Pädagogischen Hochschule Berlin
1. 9.1967 Aufnahme der Lehrtätigkeit an einer Berliner Schule
- 22.10.1969 Zweites Staatsexamen für das Amt des Lehrers
14. 1.1972 Ergänzendes Staatsexamen in einem weiteren Wahlfach (Erdkunde) nach einem viersemestrigen Ergänzungsstudium an der Pädagogischen Hochschule Berlin
1. 4.1972 Aufnahme eines viersemestrigen Aufbaustudiums in Erziehungswissenschaft (Schwerpunkt Schulpädagogik) an der Pädagogischen Hochschule Berlin
1. 9.1973 Beginn der Beschäftigung als Wissenschaftlicher Assistent an der Pädagogischen Hochschule Berlin im Wahlfach Chemie
- 30.10.1974 Diplomhauptprüfung in Erziehungswissenschaft an der Pädagogischen Hochschule Berlin

